Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 17:00:15
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / Белуков С.В. /
«_30_» _____августа_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физикохимия и механика композиционных материалов»

Направление
18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

Специализация
«Автоматизированное производство химических предприятий»

Квалификация (степень) выпускника
Специалист

Форма обучения
Очная

Москва 2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

В соответствии с государственным образовательным стандартом дисциплина «Физикохимия и механика композиционных материалов» является неотъемлемой частью учебного процесса подготовки специалистов по специализации «Автоматизированное производство химических предприятий».

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 «Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии» 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 испытания композиционных материалов, их аппаратурного оформления в химическом и нефтехимическом машиностроении.

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Физикохимия и механика композиционных материалов» относится к факультативной части основной образовательной программы специалитета.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– общая и неорганическая химия;

– конструкционные материалы и технология машиностроения;

− процессы и аппараты химической технологии;

– материаловедение.

Это позволяет строить курс «Физикохимия и механика композиционных материалов», опираясь на имеющийся багаж приобретенных студентами научных и прикладных знаний.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-15	способностью проектировать технологические процессы (в составе авторского коллектива), в том числе с использованием автоматизированных систем подготовки производства.	**знать:** механизмы формирования композиционных систем с заданными свойствами, а также процессов их деформирования и разрушения; **уметь:** обоснованно выбирать материал для конструкции, исходя из условий её работы, который обеспечивал бы надёжную и долговременную эксплуатацию; **владеть:** навыками прогнозирования работоспособности композиционных материалов в конкретных эксплуатационных условиях.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы, т.е. **72** академических часа (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Физикохимия и механика композиционных материалов» изучаются на 4 семестре второго курса. Занятия включают в себя лекции (1 час в неделю – 18 часов), практические и семинарские занятия (1 час в неделю – 18 часов).

Структура и содержание дисциплины «Физикохимия и механика композиционных материалов» по срокам и видам работы отражены в приложении.

Содержание разделов 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.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Физикохимия и механика композиционных материалов» 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:

– подготовка к выполнению практических заданий в лабораториях вуза;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Физикохимия и механика композиционных материалов» и в целом по дисциплине составляет 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводятся по следующим критериям:

– ответы студента на вопросы карт текущего контроля;

– защита лабораторных работ.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы представлен в таблице 1.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируется поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-15 – способность проектировать технологические процессы (в составе авторского коллектива), в том числе с использованием автоматизированных систем подготовки производства.				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
Знать: механизмы формирования композиционных систем с заданными свойствами, а также процессов их деформирования и разрушения.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний в области свойств композиционных систем материалов.	Обучающийся демонстрирует поверхностное знание по теории свойств композиционных материалов. Допускаются значительные ошибки в изложении существа вопроса и недостаточность знаний по ряду показателей. Обучающийся испытывает затруднения по использованию знаний в новых ситуациях.	В целом демонстрирует соответствие знаний по теории свойств композиционных материалов. При изложении положений, характеризующих необходимый уровень знаний по данному показателю, допускаются неточности.	Демонстрирует полное соответствие знаний по теории свойств композиционных материалов. Проявляет способность творчески использовать знания при решении инженерных задач.
Уметь: обоснованно выбирать материал для конструкции, исходя из условий её работы, который обеспечивал бы надёжную и долговременную эксплуатацию.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять выбор основных конструкционных материалов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умения выполнять выбор основных конструкционных материалов. Допускаются значительные ошибки и неточности в произведённом выборе материалов.	Обучающийся демонстрирует достаточное знание по выполнению выбора основных конструкционных материалов. Допускает незначительные ошибки в изложении положений по данному показателю.	Обучающийся демонстрирует достаточное знание по выполнению выбора основных конструкционных материалов. Вполне ориентируется в теоретических основах этого вопроса.
Владеть: навыками прогнозирования работоспособности композиционных материалов в конкретных эксплуатационных условиях.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами прогнозирования работоспособности композитов.	Обучающийся владеет методами прогнозирования работоспособности композитов, однако допускает значительные ошибки, обусловленные недостаточными знаниями по теории этих методов.	Обучающийся демонстрирует достаточные знания по современным методам прогнозирования работоспособности композитов. Допускаются незначительные неточности в предполагаемых действиях по реализации предложенных методов.	Обучающийся демонстрирует достаточные знания по современным методам прогнозирования работоспособности композитов. Обучающийся вполне ориентируется в выборе решений при выполнении конкретной задачи.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

Специализация «Автоматизированное производство химических предприятий»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Физикохимия и механика композиционных материалов»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств.

2. Описание оценочных средств.

_____

_____

_____

Составители: Лебедев Д.Л.

Москва, 2020 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

«Физикохимия и механика композиционных материалов»

ФГОС ВО 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-15	**способность** *проектировать технологические процессы (в составе авторского коллектива), в том числе с использованием автоматизированных систем подготовки производства.*	**Знать:** механизмы формирования композиционных систем с заданными свойствами, а также процессов их деформирования и разрушения. **Уметь:** обоснованно выбирать материал для конструкции, исходя из условий её работы, который обеспечивал бы надёжную и долговременную эксплуатацию. **Владеть:** навыками прогнозирования работоспособности композиционных материалов в конкретных эксплуатационных условиях.	Лекции, самостоятельная работа, семинарские и лабораторные занятия.	К, КС, УО, Т	**Базовый уровень** – проведение научных исследований коррозионных систем и анализ полученных данных. **Повышенный уровень** – проведение научных исследований коррозионных систем и анализ полученных данных при параллельном использовании различных методов исследования.

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине

«Физикохимия и механика композиционных материалов»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (КС)	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов
3	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) 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.

б) 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.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на странице http:vk.com/hsmizk.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированная учебная лаборатория кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств» Ауд. Ав-4104, оснащенная оборудованием для изучения свойств неметаллических материалов. При проведении лабораторных работ студенты используют лабораторный практикум, имеющийся на указанной выше странице в интернете.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Рекомендации по самостоятельной работе студенты получают от преподавателя во время аудиторных занятий.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий», специализация «Автоматизированное производство химических предприятий».

Программу составил:

доцент, к.т.н. /Лебедев Д.Л./

Программа утверждена на заседании кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств» «___» _____ 2020 г., протокол № ____

Заведующий кафедрой
профессор, д. т. н. /М.Б. Генералов/

Приложение

Структура и содержание дисциплины «Физикохимия и механика композиционных материалов» по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» Специализация «Автоматизированное производство химических предприятий» (специалист)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1	Классификация композиционных материалов. Методы переработки в изделия.	4	1	1	1		2								
2	Диаграмма растяжения кристаллических и аморфных полимеров. Релаксационные процессы.	4	2	1	1		2								
3	Физические аспекты прочности и разрушения твёрдых тел. Долговечность и длительная прочность.	4	3	1	1		2								
4	Элементы линейной теории вязкоупругости. Модели Максвелла, Кельвина, Максвелла-Томпсона.	4	4	1	1		2								
5	Модели композиционных материалов.	4	5	1	1		2								
6	Структура и свойства композитов. Анизотропия свойств и её регулирование.	4	6	1	1		2								
7	Влияние содержания компонентов и геометрических характеристик волокон на механические свойства композитов.	4	7	1	1		2								
8	Прочность и вязкость разрушения материалов. Особенности разрушения композитов.	4	8	1	1		2								

9	Стохастические модели разрушения и масштабный эффект прочности. Влияние надрезов на вязкость разрушения.	4	9	1	1		2								
10	Определение поверхностной энергии разрушения по податливости образца. Работа разрушения. Ударные испытания.	4	10	1	1		2								
11	Разрушение композитов с дисперсными наполнителями.	4	11	1	1		2								
12	Разрушение композитов с непрерывными и короткими волокнами.	4	12	1	1		2								
13	Процессы и параметры, определяющие работоспособность ненапряжённых композитов.	4	13	1	1		2								
14	Факторы, определяющие работоспособность напряжённо-деформированных композитов.	4	14	1	1		2								
15	Кратковременные статические испытания на растяжение, сжатие, изгиб и срез.	4	15	1	1		2								
16	Длительные испытания на долговечность и ползучесть.	4	16	1	1		2								
17	Испытания пластмасс на химическую стойкость, водопоглощение и старение.	4	17	1	1		2								
18	Испытания полимерных материалов на проницаемость агрессивными средами.	4	18	1	1		2								
	Всего часов по дисциплине	4		18	18		36								