

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Физическое материаловедение и биомедицинская инженерия»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Ф.2 «Физические методы исследования материалов и покрытий»

направления подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технология материалов»

Профиль 1 - «Материаловедение и технология новых материалов»

Квалификация – бакалавр

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 8

академических часов – 108,

в том числе:

лекции – 18

практические занятия – 36

самостоятельная работа – 54

зачет – 7 семестр

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

- систематизировать данные о наноструктурных материалах;
- рассмотрены особенности их физических, химических, механических и других свойств;
- рассмотреть основные технологические приемы получения наноструктурных материалов;
- охарактеризовать области их применения в традиционной и новой технике и промышленности.

Задачи дисциплины состоят в изучении:

- рассмотреть особенности их физических, химических, механических и других свойств;
- рассмотреть основные технологические приемы получения наноструктурных материалов;
- охарактеризовать области их применения в традиционной и новой технике и промышленности.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплины, которые должен знать студент при изучении предлагаемого курса: Б.1.1.6 «Физика», Б.1.1.17 «Общее материаловедение и технология материалов», Б.1.1.7 «Неорганическая и органическая химия».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 – способностью использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

Знать: методы использования в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследований

Уметь: использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследований

Владеть: способностью использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследований

ПК-5 – готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и

сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации

Знать: методы выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации

Уметь: использовать основные методы выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации

Владеть: методами выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Модуля	№ Неде ли	№ Те мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 семестр									
1		1	Роль покрытий в повышении надежности и долговечности деталей машин и конструкций	17	2	-	-	6	9
		2	Общая классификация методов исследования структуры и физико-механических свойств покрытий и материалов с покрытием.	17	2	-	-	6	9
		3	Механические свойства материалов с покрытиями.	17	2	-	-	6	9

			Виды испытаний и методики их проведения.						
2		4	Общие сведения о вязкости разрушения. Влияние различных факторов на вязкость разрушения покрытий.	17	4	-	-	6	9
		5	Виды трещин. Испытания на износостойкость. Учет воздействия рабочих сред.	19	4	-	-	6	9
		6	Вязкость разрушения материалов с покрытиями.	19	4	-	-	6	9
Всего				108	18	-	-	36	54

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Роль покрытий в повышении надежности и долговечности деталей машин и конструкций	1-3, 6
2	2	2	Общая классификация методов исследования структуры и физико-механических свойств покрытий и материалов с покрытием.	4-8
3	2	3	Механические свойства материалов с покрытиями. Виды испытаний и методики их проведения.	2-7
4	4	4	Общие сведения о вязкости разрушения. Влияние различных факторов на вязкость разрушения покрытий.	1-5
5	4	5	Виды трещин. Испытания на износостойкость. Учет воздействия рабочих сред.	2-8
6	4	6	Вязкость разрушения материалов с покрытиями.	3-7

6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрены

7. Перечень практических занятий

№	Всего	№	Тема практического занятия. Вопросы,	Учебно-
---	-------	---	--------------------------------------	---------

темы	часов	занятия	отрабатываемые на практическом занятии	методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	6	1-3	Испытания на растяжение	1-3, 7
2	6	4-6	Схема стенда для исследования образцов с покрытиями при циклическом нагружении.	3-5, 7
3	6	7-9	Изучение машин для испытаний по различным схемам нагружения: консольный изгиб вращающегося образца, изгиб плоских образцов, растяжение – сжатие, кручение	1-8
4	6	10-12	Расчет коэффициента интенсивности напряжений.	1-5
5	6	13-15	Диаграмма нагружения образца при определении вязкости разрушения по методу J-интеграла.	2-4
6	6	16-19	Кинематическая схема установки для испытания образцов с покрытиями на контактную выносливость по схеме «пульсирующий контакт».	3-8

8. Перечень лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрены

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	9	Оценка трещиностойкости при циклическом нагружении. Кинетическая диаграмма усталостного разрушения материалов. Схема установки для испытаний на циклическую трещиностойкость.	1-5
2	9	Влияние покрытия на вязкость разрушения стали. Металлографическое исследование шлифов деталей с покрытием. Перспективы развития методов определения трещиностойкости образцов с покрытием.	2-4
3	9	Усталость покрытия. Усталостные изломы. Характеристики определяемые при циклических испытаниях. Построение кривой усталости. Построение диаграмм предельных напряжений и предельных амплитуд с учетом различных коэффициентов асимметрии цикла. Определение контактной выносливости. Нормальные и касательные напряжения. Факторы влияющие на характеристики контактной усталости. Методы анализа усталостного разрушения и фиксации длины трещины в зависимости от принципов положенных в их основу.	1-6

		Методы испытаний для четырех схем нагружения. Высокочастотная усталость. Контактная усталость. Коррозионная усталость. Ударная усталость.	
4	9	Кинематическая схема установки для испытания образцов с покрытиями на контактную выносливость по схеме «пульсирующий контакт». Этапы подготовки к исследованию образца на контактную усталость. Схема развития разрушения. Процесс роста усталостной трещины. Схема установки для оценки контактной выносливости при обработке шариками при расположении образцов на магнитной плите.	3-7
5	9	Испытание материалов с покрытиями на термическую усталость. Качественные, количественные, натурные методы испытания на термическую усталость.	2-8
6	9	Две группы методик по оценке поведения материала при термической усталости. Типовые формы образцов для испытаний. Общая схема испытаний материалов с покрытиями на термическую усталость при жестком креплении концов образца.	1-3, 5

10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрена

11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена

12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен

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

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

– Текущий контроль усвоения лекционного материала. Представляет собой один вопрос, ответ на который студент должен дать в результате прослушивания и конспектирования лекции. Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Текущий контроль проводится в устном виде в конце лекции в течение 5 минут. Проверяется правильность восприятия нового материала.

– Экспрессные опросы. Представляют собой набор коротких вопросов по определенной теме, требующих быстрого и короткого ответа.

Проверяются знания текущего материала. Проводятся в письменном виде в течение 5 минут в начале лекции.

– Промежуточная аттестация (модуль) по темам лекции 1-3 и сформированным компетенциям ОПК-3 в форме устного зачета и компьютерного тестирования.

– Промежуточная аттестация (модуль) по темам лекции 4-6 и сформированным компетенциям ПК-5 в форме устного зачета и компьютерного тестирования.

– Итоговая аттестация (экзаменационные билеты) по результатам изучения дисциплины в форме письменного экзамена и компьютерного тестирования, для оценки формирования следующих компетенций: ОПК-3, ПК-5.

Уровень оценки освоения компетенции ОПК-2

Пороговый (удовлетворительный):

Знать: методы использования в профессиональной деятельности знания о методах получения результатов исследований

Уметь: использовать в профессиональной деятельности знания о методах получения результатов исследований

Владеть: способностью использовать в профессиональной деятельности знания о методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

Продвинутый (хорошо):

Знать: методы использования в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов

Уметь: использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов

Владеть: способностью использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов

Высокий (отлично):

Знать: методы использования в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

Уметь: использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

Владеть: способностью использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

Уровень оценки освоения компетенции ПК-5

Пороговый (удовлетворительный):

Знать: методы выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов

Уметь: использовать основные методы выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов

Владеть: методами выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов

Продвинутый (хорошо):

Знать: методы выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий

Уметь: использовать основные методы выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий

Владеть: методами выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий

Высокий (отлично):

Знать: методы выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации

Уметь: использовать основные методы выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации

Владеть: методами выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации

Вопросы для зачета

1. Общие принципы упрочнения деталей машин и конструкций. Основные способы нанесения покрытий.
2. Термодиффузионные способы: цементация, азотирование, цианирование, ионное азотирование, карбонитрация
3. Газотермические способы нанесения покрытий. Плазменные способы нанесения покрытий.
4. Испытания на растяжение, изгиб, определение твердости.
5. Статические испытания.
6. Оценка усталостной прочности
7. Схема механизма зарождения усталостных трещин в материале при наличии напыленного покрытия.
8. Микроскопическое исследование поперечных шлифов, вырезанных в зоне усталостного разрушения.
9. Типовые машины для испытаний по различным схемам нагружения: консольный изгиб вращающегося образца, изгиб плоских образцов, растяжение – сжатие, кручение.
10. Нормируемые параметры для нагружения.
11. Схема стенда для исследования образцов с покрытиями при циклическом нагружении.

12. Схема установки для исследования скорости распространения усталостной трещины.

13. Построение кинетических диаграмм усталостного разрушения для оценки циклической трещиностойкости материалов с покрытием.

14. Влияние различных факторов на вязкость разрушения покрытий. Анализ приповерхностных объемов покрытия (поры, несплошности, готовые трещины).

15. Расчет коэффициента интенсивности напряжений.

16. Критическое раскрытие в вершине трещины- критерий для оценки трещиностойкости.

17. Метод J-интеграла для оценки энергии поступающей в зону вершины трещины при увеличении трещины на единицу длины.

18. Виды трещин: ковочные, межкристаллитные, напряжения, раскатанные, травильные, шлифовочные. Учет воздействия рабочих сред.

19. Эксперименты на плоских образцах с трещинами на сосредоточенный изгиб и внецентренное растяжение.

20. Определение значений коэффициентов интенсивности напряжений.

21. Подготовка образцов к испытаниям. Четыре основных типа диаграмм разрушения образцов.

22. Диаграмма нагружения образца при определении вязкости разрушения по методу J-интеграла.

23. Схема поверхности излома образца при определении J-интеграла.

24. Схема установки на образец датчика смещения при определении критического раскрытия трещины.

25. Оценка трещиностойкости при циклическом нагружении.

26. Схема установки для испытаний на циклическую трещиностойкость.

27. Кинетическая диаграмма усталостного разрушения материалов.

28. Испытания на динамическую трещиностойкость.

29. Схема испытаний на динамическую вязкость разрушения с использованием поперечного и продольного клина.

30. Исследование вязкости разрушения при оптимизации объемного упрочнения стали. Анализ диаграммы конструктивной прочности.

31. Влияние покрытия на вязкость разрушения стали. Металлографическое исследование шлифов деталей с покрытием.

32. Усталость покрытия. Усталостные изломы. Характеристики определяемые при циклических испытаниях. Построение кривой усталости. Определение контактной выносливости. Нормальные и касательные напряжения.

33. Построение диаграмм предельных напряжений и предельных амплитуд с учетом различных коэффициентов асимметрии цикла.

34. Факторы, влияющие на характеристики контактной усталости.

35. Методы анализа усталостного разрушения и фиксации длины трещины в зависимости от принципов положенных в их основу.

36. Высокочастотная усталость. Контактная усталость. Коррозионная усталость. Ударная усталость.

37. Кинематическая схема установки для испытания образцов с покрытиями на контактную выносливость по схеме «пульсирующий контакт».

38. Этапы подготовки к исследованию образца на контактную усталость.

39. Схема развития разрушения. Процесс роста усталостной трещины.

40. Прочность материалов с покрытиями при высоких температурах.

41. Внутренние и внешние факторы, определяющие усталостное разрушение.

42. Испытание материалов с покрытиями на термическую усталость. Качественные, количественные, натурные методы испытания на термическую усталость.

43. Две группы методик по оценке поведения материала при термической усталости. Типовые формы образцов для испытаний.

44. Общая схема испытаний материалов с покрытиями на термическую усталость при жестком креплении концов образца.

Вопросы для экзамена

Учебным планом не предусмотрен

Тестовые задания по дисциплине

Размещены в системе АСТ СГТУ

14. Образовательные технологии

Широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (средства мультимедиа, компьютерных симуляций, ролевых игр, тренингов, разбор конкретных ситуаций и др.) в сочетании с внеаудиторной работой.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ильющенко А.Ф. Процессы формирования газотермических покрытий и их моделирование [Электронный ресурс]: монография/ Ильющенко А.Ф., Шевцов А.И., Оковитый В.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2012.— 357 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10090>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

2. Родионов И.В. Методы исследования структуры и свойств конструкционных материалов при различных технологических процессах обработки : метод. материалы для лаб. практикума : учеб. пособие для студ. машиностроит. спец. и направлений подгот. / И.В. Родионов, Е.Ю. Пошивалова, А.А. Фомин ; Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А. - Саратов : ИД "Райт-Экспо", 2014. - 124 с. Экземпляров всего: 5. Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/mfn_20120309.pdf

3. Архипова Н.А. Электрофизические и электрохимические методы

обработки поверхностей [Электронный ресурс]/ Архипова Н.А., Блинова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.— 305 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28423>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

4. Математические методы в технике и технологиях - ММТТ - 27 [Электронный ресурс] : в 12 т. : сб. трудов / Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А., Международная научная конференция "Математические методы в технике и технологиях ММТТ - 27" (XXVII ; 22-24 апреля 2014 г. ; Саратов); ред. А. А. Большаков. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : СГТУ, 2014 - Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/t_12_2.pdf (Полный текст).

5. Математические методы в технике и технологиях - ММТТ - 26 [Электронный ресурс] : в 2 ч. : сб. трудов / Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А., Международная научная конференция "Математические методы в технике и технологиях ММТТ - 26" (XXVI ; 9-13 сентября 2013 г. ; Ангарск / Иркутск); общ. ред. А. А. Большакова. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : СГТУ, 2013 - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru/books/7723.pdf> (Полный текст).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6. Зарубина Л.П. Защита зданий, сооружений, конструкций и оборудования от коррозии. Биологическая защита [Электронный ресурс]: материалы, технология, инструменты и оборудование/ Зарубина Л.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2015.— 224 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40229>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

7. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий : учеб. пособие / В.В. Старостин ; под общ. ред. Л.Н. Патрикеева. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 431 с. Экземпляров всего: 10.

8. Гарбер М.Е. Износостойкие белые чугуны: свойства, структура, технология, эксплуатация. - М.: Машиностроение, 2010. - 280 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785217034611.html>.

9. Технология лабораторного эксперимента: измерения, конструкционные материалы и их обработка, технология и экспрессное материаловедение, микротехнология: Справочник / Е. А. Коленко. - СПб.: Политехника, 2012. - 751 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509540.html>.

10. Защита от коррозии металлических и железобетонных мостовых конструкций методом окрашивания = Korrosionsschutz der brückenstahl- und eisenbetonkonstruktionen mittels beschichtung = Corrosion Protection of Steel and reinforced Concrete Bridge Structures by Staining Method / И. Г. Овчинников [и др.]. - Саратов : Изд-во "Кубик", 2014. - 504 с. Экземпляры всего: 9.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

11. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика : науч.-техн. и произв. журн. - М. : Научтехлитиздат, (2010-2015), №1-11. – ISSN 2073-0004.

12. Коррозия и защита от коррозии [Текст] : отдельный выпуск. - М. : ВИНТИ РАН, (2010-2012), №1-6. – ISSN 0131-3533.

13. Приборы [Текст] : науч.-техн., произв. и справ. журн. - М. : СОО "Международное НТО приборостроителей и метрологов", (2010-2012), №1-6. – ISSN 2071-7865.

14. Трение и износ : междунар. науч. журн. - Гомель : ИММС НАНБ, (2010-2015), №1-5. – ISSN 0202-4977.

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима специализированная учебная аудитория, оснащенная компьютерным оборудованием с необходимым программным обеспечением, в т.ч. мультимедийным оборудованием.

Для практических занятий на филиале кафедры при ОАО «СРПЗ» предусмотрена учебная аудитория, оснащенная компьютерным оборудованием с необходимым программным обеспечением, в т.ч. мультимедийным оборудованием.

Для выполнения самостоятельной работы обучающиеся могут воспользоваться компьютерными классами факультета и Электронно-библиотечной системой ВУЗа.

Для оформления письменных работ, презентаций к докладу обучающимся необходимы пакеты программ Microsoft Office (Excel, Word, Power Point, Acrobat Reader), Internet Explorer, или других аналогичных.

В ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А. в электронном виде размещен курс лекций, презентации, задания для практической работы, контрольные материалы.