

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 03 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Современные методы диагностики и системы контроля качества изделий из высокотемпературных авиационных материалов

(наименование)

Форма обучения: _____ очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ магистратура

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 144 (4)

(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

(код и наименование направления)

Направленность: Материаловедение высокотемпературных материалов
газотурбинных двигателей

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области методик диагностики изделий из высокотемпературных авиационных материалов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Неразрушающие методы диагностики: ультразвуковая, капиллярная дефектоскопия, рентгеновская томография. Скретч-тестирование. Энергодисперсионная и волновая спектроскопия. Рентгенофлуоресцентный анализ. Оптическая и сканирующая электронная микроскопия.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.6	ИД-1ПК-1.6	Знает методы исследований и принципы работы лабораторного оборудования для анализа высокотемпературных материалов	Знает характеристики лабораторного оборудования, принципы его работы и правила эксплуатации; современные методы проведения лабораторного контроля наноструктурированных композиционных материалов	Экзамен
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Умеет выбирать методы анализа высокотемпературных материалов для решения определенных задач, обрабатывать и анализировать результаты; производить технические измерения, составлять описания проводимых исследований, готовить данные для составления обзоров	Умеет проводить эксперимент по заданным методикам, обрабатывать и анализировать результаты; производить технические измерения, составлять описания проводимых исследований, готовить данные для составления обзоров	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.6	ИД-ЗПК-1.6	Владеет навыками выполнения исследований наноструктурированных материалов для решения определенных задач	Владеет навыками разработки графика проведения лабораторного контроля качества наноструктурированных композиционных материалов; контроля правильности выполнения лабораторного контроля качества наноструктурированных композиционных материалов	Индивидуальное задание

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Методы анализа элементного и фазового состава материалов	6	8	0	32
Спектроскопические методы исследований, качественный и количественный анализ.				
Анализ структуры на различных масштабных уровнях, диагностика поверхностей и микромеханических характеристик материалов	4	4	0	12
Оптическая, электронная микроскопия высокотемпературных материалов. Скретч-тестирование. Особенности пробоподготовки для анализа.				
Неразрушающие методы диагностики	6	4	0	28
Ультразвуковая, капиллярная дефектоскопия, рентгеновская томография: основные принципы и методы анализа. Магнитопорошковый метод. Дефектоскопия усталостных трещин в деталях ГТД вихретоковым методом.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	16	0	72
ИТОГО по дисциплине	16	16	0	72

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Оценка глубина проникновения X-лучей в рентгенофлюоресцентном анализе
2	Принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Интерпретация СЭМ-изображений.
3	Энергодисперсионный рентгенофлюоресцентный спектрометр. Устройство, принцип работы и выполнение анализа.
4	Акустико-эмиссионный метод в исследовании материалов.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Белокур И. П., Коваленко В. А. Дефектоскопия материалов и изделий. Киев : Тэхника, 1989. 192 с.	3
2	Брандон Д., Каплан У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учебное пособие пер. с англ. М. : Техносфера, 2006. 377 с.	4

3	Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов : конспект лекций учебное пособие для вузов / Оглезнева С. А., Сметкин А. А., Муратов К. Р., Абляз Т. Р. Пермь : ПНИПУ, 2013. 171 с. 13,78 усл. печ. л.	5
4	Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / Ключев В. В., Соснин Ф. Р., Ковалев А. В., Филинов В. Н. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 2005. 656 с.	9
5	Физические методы исследования неорганических веществ : учебное пособие для вузов / Баличева Т. Г., Белорукова Л. П., Звинчук Р. А., Кондратьев Ю. В. М. : Academia, 2006. 443 с.	13
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Балдев Р., Ранджебран В., Паланичами П. Применения ультразвука : пер. с англ. М. : Техносфера, 2006. 575 с.	3
2	Миронов В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии : учебное пособие для вузов. Москва : Техносфера, 2004. 143 с.	4
3	Михайлов С. П., Щербинин В. Е. Физические основы магнитографической дефектоскопии. Москва : Наука, 1992. 238 с.	1
2.2. Периодические издания		
1	Заводская лаборатория. Диагностика материалов : научно-технический журнал по аналитической химии, физическим, математическим и механическим методам исследования, а также сертификации материалов. Москва : Тест-ЗЛ, 1932 - .	
2	Перспективные материалы : журнал. Москва : Интерконтакт Наука, 1995 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Зацепин А. Ф., Бирюков Д. Ю. Методы и средства измерений контроля: дефектоскопы : учебное пособие для вузов. Москва Екатеринбург : Юрайт : Изд-во УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2021. 120 с. 7,44 усл. печ. л.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks256870	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6285	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. Кн. 1. Москва : Мир, 1984. 303 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks136466	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. Кн. 2. Москва : Мир, 1984. 348 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks136471	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Современные компьютерные дефектоскопы для ультразвуковых исследований и неразрушающего контроля	https://elib.pstu.ru/Record/ipr68295	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Федюнин П. А., Казьмин А. И. Способы радиоволнового контроля параметров защитных покрытий авиационной техники : коллективная монография. Москва : Физматлит, 2012. 183 с. 11,5 усл. печ. л.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks168922	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Беккер Ю. Спектроскопия : монография пер. с нем. Москва : Техносфера, 2017. 527 с. 33,5 усл. печ. л.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks204705	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Макет рентгеновского дифрактометра ДРОН-0,5	1
Лабораторная работа	Учебный лабораторный комплекс «Фемтоскан» (компьютерный класс)	1
Лабораторная работа	Энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр EDX-800HS	1
Лекция	Медиапроектор, ноутбук	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**
Передовая инженерная школа
«Высшая школа авиационного двигателестроения»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
**«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ
КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ АВИАЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Материаловедение высокотемпературных
материалов газотурбинных двигателей

Квалификация выпускника: «Магистр»

Форма обучения: Очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 3 семестр

Пермь 2022

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1.Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3 семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим и лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	ОП	ЛР	ОПР	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
методы исследований и принципы работы лабораторного оборудования для анализа высокотемпературных материалов	+	+		+		ТВ
Освоенные умения						
выбирать методы анализа высокотемпературных материалов для решения определенных задач, обрабатывать и анализировать результаты; производить технические измерения, составлять описания проводимых исследований, готовить данные для составления обзоров		+	+			КЗ
Приобретенные владения						
навыками выполнения исследований наноструктурированных материалов для решения определенных задач		+	+			КЗ

ОП – опрос, для анализа усвоения материала предыдущей лекции; КР – контрольная работа по теме; ПЗ – практическое занятие; ОПР – отчет по практической работе; ЛР – лабораторная работа; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); Кр – курсовая работа; ТВ – теоретический вопрос; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль в форме текущей контрольной работы, тестирования, опроса по тематике, изучаемой самостоятельно. Результаты по 4-х балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится по каждому учебному модулю в следующих формах:

- защита лабораторных работ (модули 1, 2);
- контрольные работы (тестирование) (модули 1, 2).

2.2.1. Защита практических и лабораторных работ

Всего запланировано 4 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Результаты защиты лабораторных работ по 4-балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (тестирование) (Т/КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая Т/КР по модулю 1 «Инструментальные методы анализа материалов», вторая Т/КР – по модулю 2 «Анализ структуры на различных масштабных уровнях, диагностика поверхностей и микромеханических характеристик материалов».

Типовые вопросы задания первой Т/КР:

- 1) Метод рентгенофлюоресцентной спектроскопии: общие принципы, достоинства и недостатки.
- 2) Способы описания структуры: качественный и количественный анализ.
- 3) Формы взаимодействия излучения с анализируемым объектом.
- 4) Металлографический анализ: получение изображений при прямом, косом и темнопольном освещении, дифференциально-интерференционный контраст.
- 5) Что такое сферическая и хроматическая абберации в оптической микроскопии?
- 6) Охарактеризуйте масштабные уровни и группы методов для каждого уровня в анализе структуры материала.
- 7) Сущность метода сканирующей электронной микроскопии.
- 8) Охарактеризуйте основные методы определения микромеханических характеристик наноструктурированных материалов, покрытий.

Типовые задания второго рубежного тестирования Т/КР:

Вопрос 1

Капиллярные методы предназначены для обнаружения:

- 1) поверхностных и сквозных дефектов
- 2) поверхностных, подповерхностных и сквозных дефектов
- 3) поверхностных дефектов
- 4) сквозных дефектов
- 5) любых типов дефектов

Вопрос 2:

Необходимым условием выявления дефектов типа нарушения сплошности материала капиллярными методами является:

- 1) глубина распространения дефекта, значительно превышает ширину раскрытия
- 2) ширина дефекта, значительно превышает глубину распространения
- 3) длина распространения дефекта, значительно превышает ширину раскрытия

Вопрос 3:

Расположите основные этапы проведения капиллярного неразрушающего

контроля:

- а) окончательная очистка объекта
- б) проявление дефектов
- в) подготовка объекта к контролю
- г) обнаружение дефектов и расшифровка результатов контроля
- д) обработка объекта дефектоскопическими материалами

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) в, д, б, г, а
- 2) г, а, б, в, д
- 3) б, д, в, а, г
- 4) в, а, д, б, г
- 5) в, д, а, г, б

Вопрос 4

Какого способа заполнения дефектов индикаторным пенетрантом НЕ существует

- 1) капиллярный
- 2) вакуумный
- 3) компрессионный
- 4) ультразвуковой
- 5) деформационный
- 6) вихретоковый

Вопрос 5.

Состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований, установленных нормативно-технической документацией — это:

- 1) неисправность;
- 2) неработоспособность;
- 3) отказ.

Вопрос 6.

Основной причиной усталостного износа элементов воздушного судна является:

- 1) работа в течение продолжительного времени;
- 2) воздействие твердых частиц, попавших в зазоры между деталями;
- 3) длительное воздействие знакопеременных нагрузок.

Вопрос 7.

Осповидный износ является характерным для деталей, работающих:

- 1) в узлах трения качения;
- 2) в узлах трения скольжения;
- 3) в открытых шарнирных соединениях.

Вопрос 8.

Оптические волокна в жгуте передачи изображения гибкого эндоскопа располагаются:

- 1) строго в определенной последовательности;
- 2) не имеет значения, каким образом.

Вопрос 9.

Осмотр деталей при цветном красочном методе производится:

- 1) при обычном освещении;
- 2) в ультрафиолетовом свете;

3) как при обычном, так и при ультрафиолетовом свете.

Вопрос 10.

Капиллярные методы позволяют выявить дефекты:

- 1) только поверхностные;
- 2) поверхностные и неглубоко залегающие подповерхностные;
- 3) поверхностные и залегающие на любой глубине внутренние.

Вопрос 11

Капиллярные методы позволяют выявить наличие дефектов в деталях:

- 1) из немагнитных материалов;
- 2) из ферромагнитных материалов;
- 3) из любых материалов.

Вопрос 12

Установите правильную последовательность операций при цветном красочном методе:

1. Нанести проявляющую жидкость.
2. Очистить поверхность детали от загрязнений.
3. Нанести проникающую жидкость и выждать некоторое время.
4. Удалить проявляющую жидкость.
5. Осмотреть поверхность детали для установления наличия дефектов.
6. Удалить проникающую жидкость.
 - 1) 1—2—3—4—5—6;
 - 2) 2—3—6—1—5—4;
 - 3) 2—1—4—3—6—5;
 - 4) 3—2—1—6—4—5.

Вопрос 13

Магнитные методы позволяют выявить дефекты:

- 1) только поверхностные;
- 2) поверхностные и неглубоко залегающие подповерхностные;
- 3) поверхностные и внутренние, залегающие на любой глубине.

Вопрос 14

Продольное намагничивание позволяет выявить дефекты, расположенные:

- 1) в любом направлении;
- 2) вдоль силовых линий магнитного поля;
- 3) поперек силовых линий магнитного поля.

Вопрос 15

Катушка преобразователя вихретокового дефектоскопа питается током:

- 1) постоянным;
- 2) переменным высокой частоты;
- 3) постоянным или переменным высокой частоты в зависимости от того, какие детали подвергаются контролю.

Вопрос 16.

Вихретоковый метод позволяет выявить наличие дефектов в деталях:

- 1) из любых токопроводящих материалов;
- 2) только из ферромагнитных материалов;
- 3) только в деталях из алюминиевых, титановых и магниевых сплавов.

Вопрос 17.

Вихретоковый дефектоскоп позволяет выявить дефекты:

- 1) только поверхностные;
- 2) поверхностные и неглубоко залегающие подповерхностные;
- 3) поверхностные и внутренние, залегающие на любой глубине.

Вопрос 18.

Пьезоэлектрическая пластина приемника ультразвукового дефектоскопа работает на пьезоэлектрическом эффекте:

- 1) прямом;
- 2) обратном.

Вопрос 19.

При эхо-импульсном методе ультразвукового контроля приемник и излучатель колебаний располагаются на контролируемой детали:

- 1) с одной стороны;
- 2) с двух противоположных сторон;
- 3) не имеет значения.

Вопрос 20

При цветном и ахроматическом методах капиллярной дефектоскопии с визуальным способом выявления дефектов следует применять

- 1) общее освещение
- 2) местное освещение
- 3) комбинированное освещение
- 4) дневное освещение
- 5) ультрафиолетовое освещение

Вопрос 21

Какие лампы НЕ допускается применять в качестве источников света

- 1) люминесцентные
- 2) накаливания
- 3) газоразрядные лампы высокого давления

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, для и комплексные задания (КЗ) для проверки освоенных умений и контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и комплексные задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

- 1) Формы взаимодействия излучения с материалом.
- 2) Моделирование и визуализация кристаллических структур: задачи визуализации, критерии качества визуализации.
- 3) Микроскопические методы исследований: задачи металлографии, систематизация структуры с геометрической точки зрения.
- 4) Микроскопические методы исследований: основные методы количественной металлографии.
- 5) Сканирующая электронная микроскопия: области сигналов и пространственное разрешение при облучении поверхности объекта потоком электронов.
- 6) Фрактографические особенности усталостного разрушения, механизм усталостного разрушения.
- 7) Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов.
- 8) Скретч-тестирование покрытий, пленок: принципы метода, достоинства и недостатки.
- 9) Классификация методов неразрушающего контроля.
- 10) Ультразвуковая: основные принципы и методы анализа.
- 11) Капиллярная дефектоскопия: основные принципы и методы анализа.
- 12) Рентгеновская томография: основные принципы и методы анализа.

Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений представлены в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент

формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений

Задание 1.

Дайте описание структуры магнетронного покрытия (Ti,Al)N на стали 20Х3МВФ-Ш по СЭМ-изображениям излома образца и картам распределения основных элементов покрытия.

При каких условиях выполнена съемка образцов?

Какую пробоподготовку образцов с покрытиями следует выполнить для исследования на сканирующем электронном микроскопе, совмещенном EDX-спектрометром?

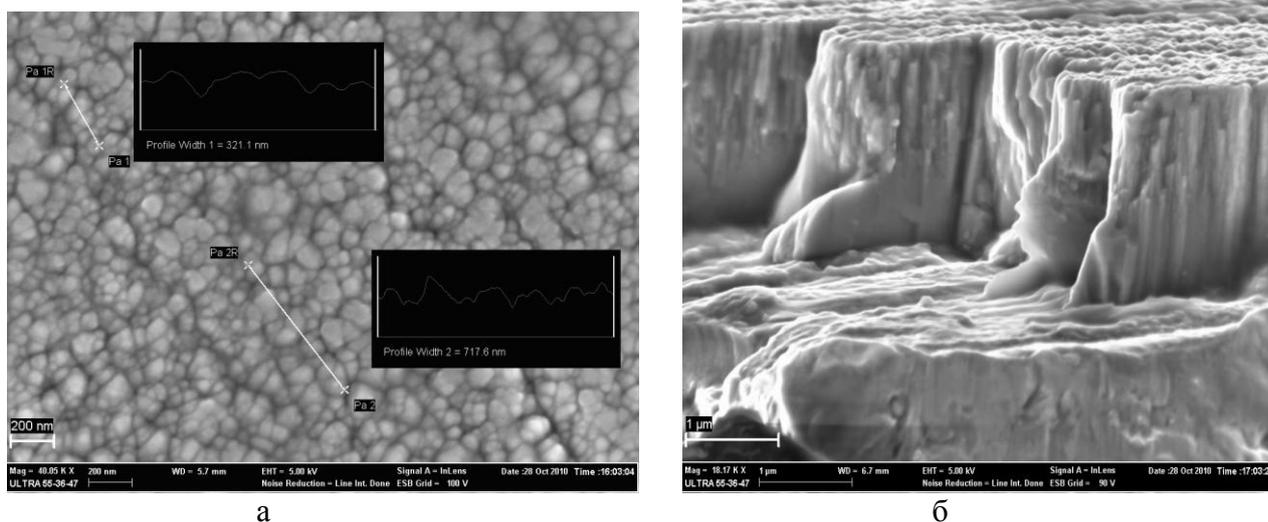


Рисунок 1 – СЭМ-изображения покрытия: сверху (а) и излом (б)

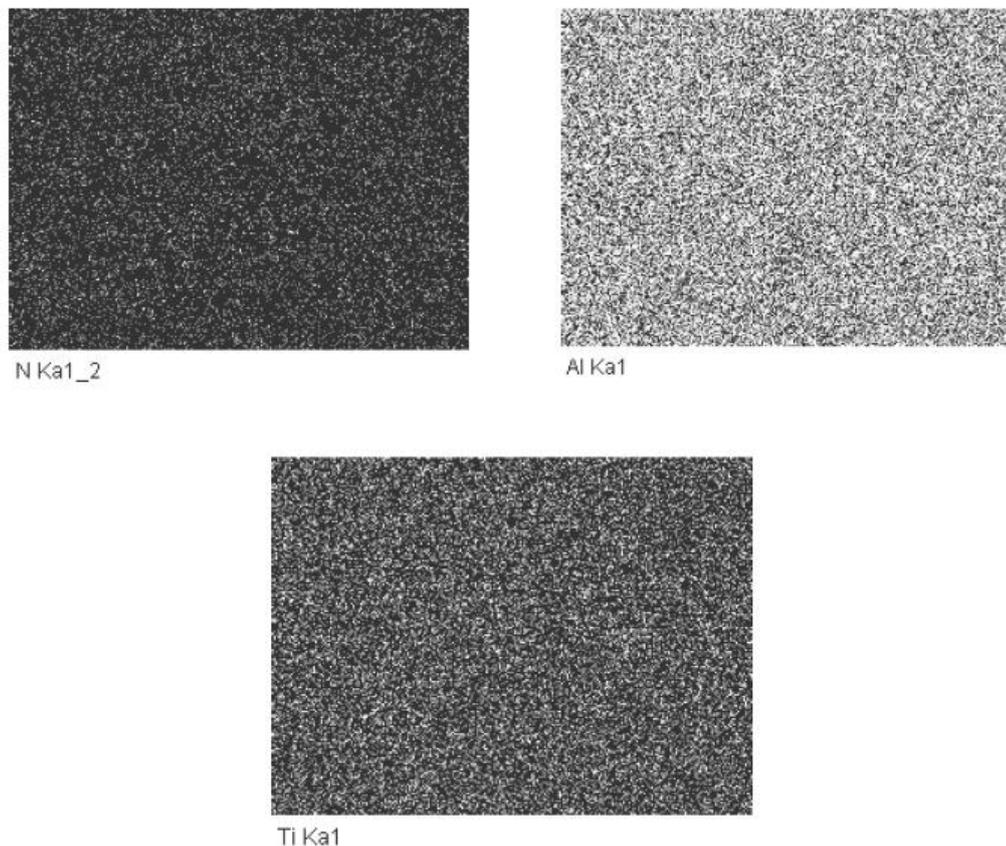
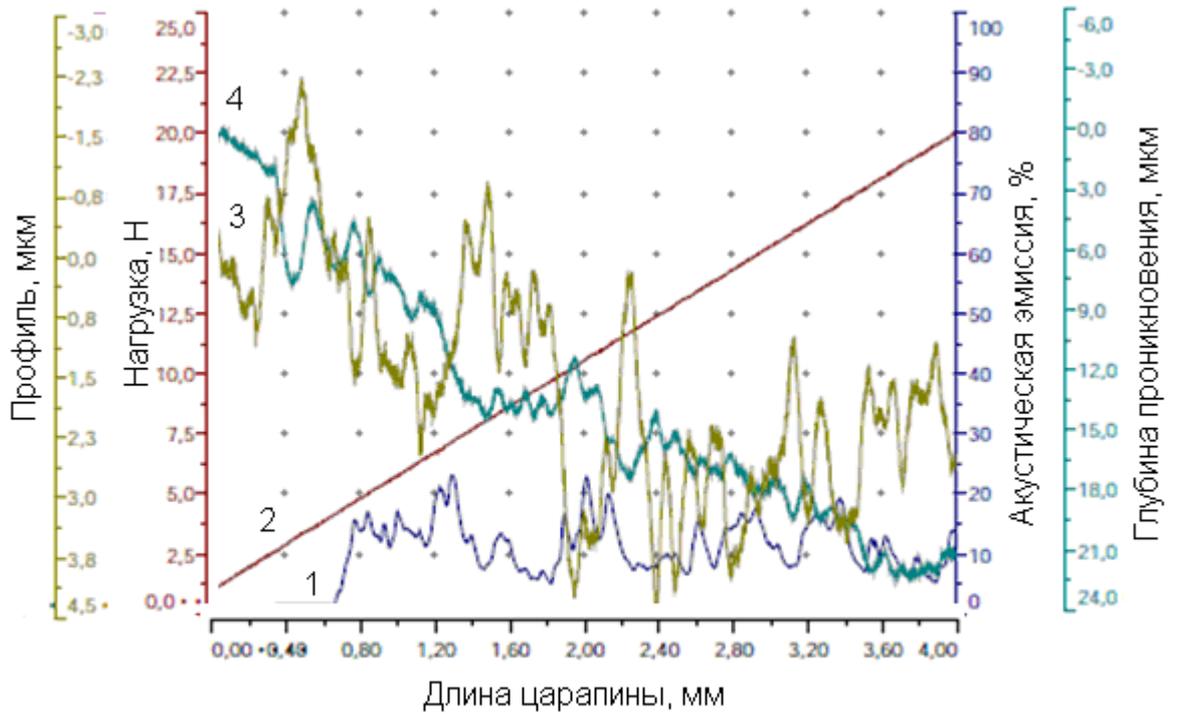


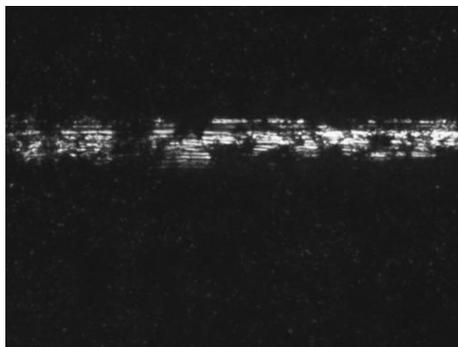
Рисунок 2 – Карты распределения основных элементов в покрытии (Ti,Al)N

Задание 2

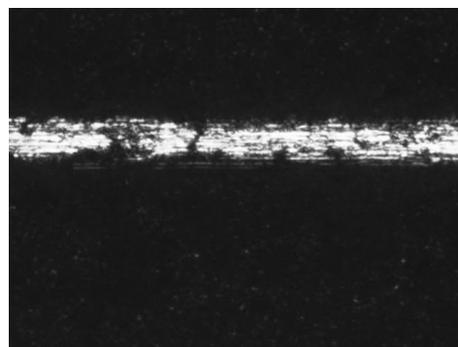
Определить вид испытаний образца из титанового сплава ВТ-1 с осажденными углеродными наноструктурами.



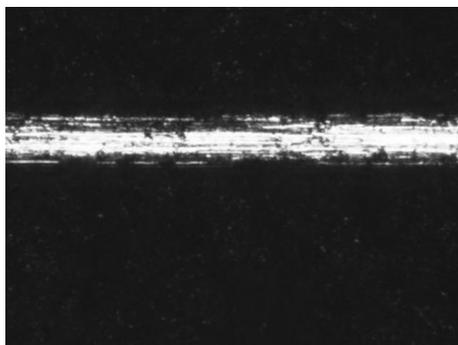
1 – значения акустической эмиссии, 2 – величина нормальной нагрузки, 3 – профиль, 4 – глубина проникновения индентора.



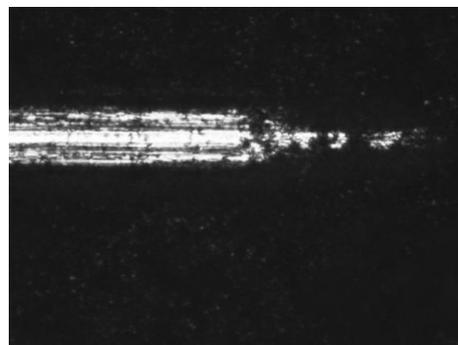
а



б



в



г

Оптические изображения фрагментов царапины на образце при нагрузках: а – 0,93 Н, б – 7,4 Н, в – 10,63 Н, г – 17,92 Н

Задание 3.

Дайте описание структуры по СЭМ-изображению и EDX-анализу излома образца тернарного соединения Ti_3SiC_2 , полученного методом горячего прессования при 1200 °С и давлении 15 МПа.

Какую пробоподготовку образца следует выполнить для исследования на сканирующем электронном микроскопе, совмещенном EDX-спектрометром?

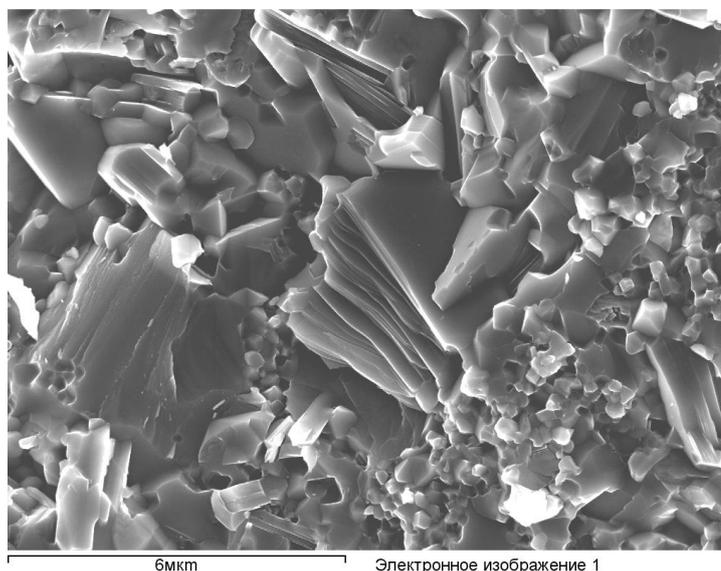


Рисунок – СЭМ-изображение излома образца Ti_3SiC_2

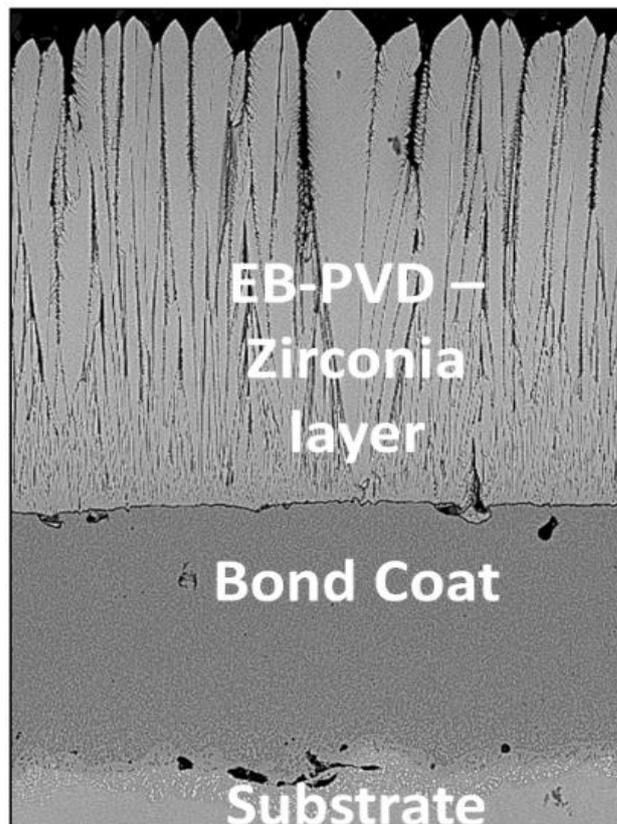
Таблица – Элементный состав образца Ti_3SiC_2 , по результатам EDX-анализа

Спектр	В стат.	C	Si	Ti	Fe	Итог
Спектр 1	Да	16.00	12.64	71.36		100.00
Спектр 2	Да	17.97	15.14	66.89		100.00
Спектр 3	Да		45.06	54.94		100.00
Спектр 4	Да	18.62	12.87	68.51		100.00
Спектр 5	Да	7.41	20.62	56.20	15.77	100.00
Спектр 6	Да	16.32	14.69	69.00		100.00
Спектр 7	Да	6.85	30.41	62.73		100.00
Спектр 8	Да	12.56	15.17	72.27		100.00
Суммарный спектр	Да	14.03	17.13	64.41	4.43	100.00
Макс.		18.62	45.06	72.27	15.77	
Мин.		6.85	12.64	54.94	4.43	

Задание 4.

Охарактеризуйте структуру теплозащитного покрытия лопатки ГТД, полученного методом электроннолучевого осаждения. Изображение поперечного сечения ТЗП получено с помощью сканирующего электронного микроскопа во вторичных электронах.

Какие управляющие параметры следует учитывать при выполнении съемки ТЗП с помощью СЭМ?



Задание 5.

Дайте интерпретацию результатам анализа структуры образца на основе композиции Ti-Si-C, полученных с помощью сканирующего электронного микроскопа, совмещенного с EDX-анализом.

Каким образом следует подготовить образец для СЭМ и EDX-исследований? Какие управляющие параметры сканирующего электронного микроскопа задаются при выполнении съемки?

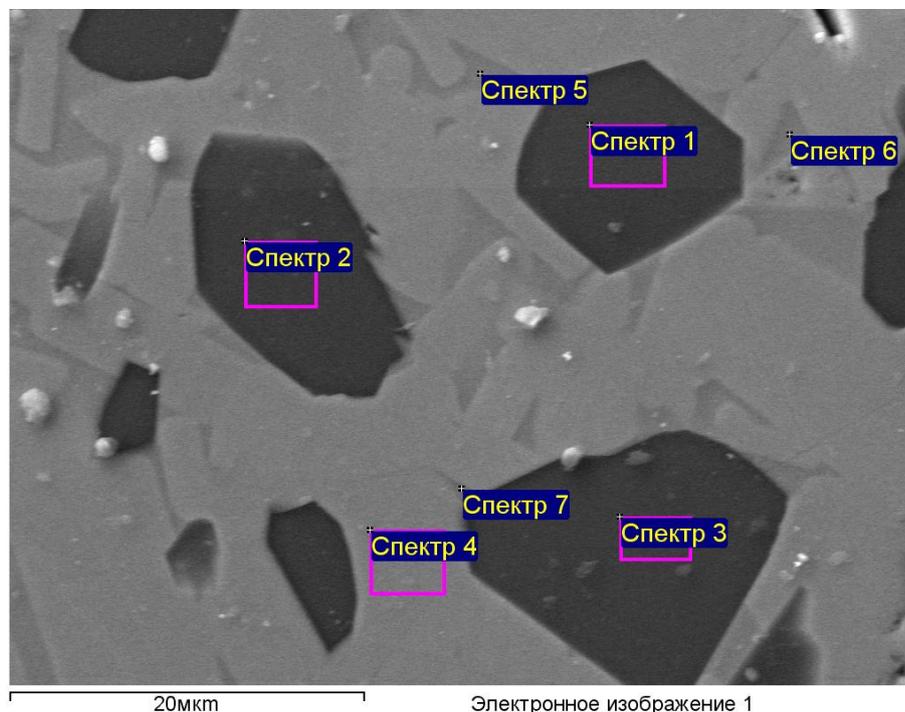


Рисунок – СЭМ-изображение образца Ti-Si-C, полученного искровым плазменным спеканием. Шлиф, нетравлено.

Таблица – Локальный элементный состав образца Ti-Si-C по данным энергодисперсионной спектроскопии.

Спектр	В стат.	C	Si	Ti	Итог
Спектр 1	Да	30.30	69.70		100.00
Спектр 2	Да	30.23	69.77		100.00
Спектр 3	Да	30.78	69.22		100.00
Спектр 4	Да	15.12	14.25	70.63	100.00
Спектр 5	Да		46.05	53.95	100.00
Спектр 6	Да	6.13	41.20	52.67	100.00
Спектр 7	Да	15.38	42.78	41.84	100.00
Макс.		30.78	69.77	70.63	
Мин.		6.13	14.25	41.84	