

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

М. Б. Лещинский

КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ОБЪЕКТОВ РЕНОВАЦИИ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
15.03.01 Машиностроение

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 620.179

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры инжиниринга технологического оборудования ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» И. А. Соколова

Лещинский, М. Б.

Контроль и диагностика объектов реновации: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение / М. Б. Лещинский. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 27 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Контроль и диагностика объектов реновации» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса и практическим занятиям, отражены рекомендации для выполнения контрольной работы для направления подготовки 15.03.01- Машиностроение, форма обучения заочная.

Табл. 4, список лит. – 5 наименований

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 25 мая 2022 г., протокол № 6

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой инжиниринга технологического оборудования 21 апреля 2022 г., протокол № 3

УДК 620.179

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.

© Лещинский М.Б., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	15
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	21
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	24
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	25

ВВЕДЕНИЕ

На всех стадиях создания и эксплуатации материальных объектов необходимым элементом управления качеством является контроль. По результатам контроля устанавливается качество изготовленной детали или изделия в целом, точность настройки оборудования и средств контроля, готовность объектов контроля к применению по своему прямому назначению, а также определяются причины отказов и несоответствий. По результатам контроля принимаются решения о передаче продукции на дальнейшую обработку, поставке потребителю, о принятии мер по устранению причин несоответствий, повлекших выпуск бракованной продукции, и многие другие решения.

Дисциплина «Контроль и диагностика объектов реновации» является дисциплиной по выбору вариативной части профессионального цикла.

При изучении дисциплины используются знания и навыки, полученные в ходе знакомства с основными положениями соответствующих разделов физики, химии, материаловедения, технологии конструкционных материалов, сопротивления материалов, электротехники, основ технологии машиностроения и др.

Целью освоения дисциплины «Контроль и диагностика объектов реновации» является формирование знаний, способных обеспечить высокое качество восстанавливаемых средств и объектов машиностроительного производства за счет применения современных методов и средств неразрушающего контроля и технической диагностики, а также формирование компетенций с учетом требований ФГОС ВПО.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные средства неразрушающего контроля и процедуры контроля;
- конструкционные материалы, применяемые при техническом обслуживании, текущем ремонте;
- технические условия и правила рациональной эксплуатации оборудования, причины и последствия прекращения его работоспособности;
- технологии и формы организации диагностики, технического обслуживания и ремонта оборудования;
- ассортимент топливно-смазочных и конструкционных материалов, условия их взаимозаменяемости, правила использования и контроля, влияние на технико-эксплуатационные свойства оборудования.

Уметь:

- выбрать методы контроля в зависимости от материала контролируемого изделия, его формы и предполагаемого дефекта;
- выполнять технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов, средств диагностики.

Владеть:

- навыками обоснованного выбора средств контроля, необходимых для достоверной оценки качества объектов реновации;

- методами принятия решений о рациональных формах диагностики, поддержания и восстановления работоспособности;
- методами контроля соблюдения технических условий на техническое обслуживание, ремонт, сборку, испытание;
- компьютерной техникой и основами информатики при учете и оценке экономической эффективности выполняемой работы, расходовании материалов и средств предприятия;
- методологией оценки технического состояния оборудования, как с использованием диагностической аппаратуры, так и по косвенным признакам.

При реализации дисциплины «Контроль и диагностика объектов реновации» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий и лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для успешного освоения дисциплины «Контроль и диагностика объектов реновации», студент должен активно работать на лекционных, практических занятиях и качественно выполнять лабораторные работы, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые задания. Тестирование и решение практических задач, обучающихся проводится на практических занятиях и лабораторных работах после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых и практических заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (для студентов очной формы обучения) или контрольной работы и зачета (для студентов заочной формы обучения), к которому допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки.

Для успешного освоения дисциплины «Контроль и диагностика объектов реновации» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки и организации самостоятельной работы студентов. Материал пособия содержит рекомендации по написанию контрольной работы для студентов заочной формы обучения.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерий				
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной системой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерий	заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	с заданным алгоритмом	алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся-инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Контроль и диагностика объектов реновации», студент должен научиться работать на лекциях, практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом в области применения различных материалов, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются лекции и практические занятия.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Вместе с тем всякий лекционный курс является в определенной мере авторским, представляет собой творческую переработку материала и неизбежно отражает личную точку зрения лектора на предмет и методы его преподавания. В этой связи представляется целесообразным привести некоторые общие

методические рекомендации по построению лекционного курса и формам его преподавания.

Лекции составляют основу теоретической подготовки и посвящены наиболее важным моментам при изучении курса «Контроль и диагностика объектов реновации». При проведении лекций необходимо использовать технические средства обучения, ЭИОС, применять методы, способствующие активизации познавательной деятельности слушателей. На лекциях целесообразно теоретический материал иллюстрировать рассмотрением различных примеров и конкретных задач. Имеет смысл привлекать студентов к обсуждению как рассматриваемого вопроса в целом, так и отдельных моментов рассуждений и доказательств. Необходимо также использовать возможности проблемного изложения, дискуссии с целью активизации деятельности студентов.

Практические занятия проводятся для закрепления основных теоретических положений курса и реализации их в практических расчетах, формирования и развития у студентов мышления в рамках будущей профессии.

На практических занятиях следует добиваться точного и адекватного владения теоретическим материалом и его применения для решения задач.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа обучающихся. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в отсутствие преподавателя, так и в контакте с ним. Она является одним из основных методов поиска и приобретения новых знаний, работы с литературой, а также выполнения предложенных заданий. Преподаватель призван оказывать в этом методическую помощь студентам и осуществлять руководство их самостоятельной работой.

Необходимо контролировать степень усвоения студентами текущего материала, а также уровень остаточных знаний по уже изученным темам.

При изучении курса предусмотрены следующие формы текущего контроля:

- опросы по теоретическому материалу;
- контроль на практических занятиях.

Промежуточный контроль осуществляется в форме сдачи зачета и имеет целью определить степень достижения учебных целей по дисциплине.

С целью формирования мотивации и повышения интереса к предмету особое внимание при чтении курса необходимо обратить на темы, которые можно проиллюстрировать примерами из практической сферы, связывая теоретические положения с будущей профессиональной деятельностью студентов. Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		очная форма	заочная форма
1	Введение. Классификация методов неразрушающего контроля. Визуальный контроль	2	1
2	Испытания давлением и контроль по методу течеискания. Капиллярный контроль	2	0,5
3	Термические метод	2	-
4	Ультразвуковой контроль	2	-
5	Магнитные методы контроля	2	0,5
6	Радиационный контроль	2	-
Итого		12	2

Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

Тема 1. Введение. Классификация методов неразрушающего контроля. Визуальный контроль

Ключевые вопросы темы

1. Общая характеристика видов неразрушающего контроля.
2. Оптические методы неразрушающего контроля.
3. Контроль проникающими веществами.
4. Магнитные методы контроля.
5. Методы вихретокового контроля.
6. Акустические методы контроля.
7. Радиационные методы контроля.
8. Электрический, радиоволновой, тепловой методы контроля.

Ключевые понятия: возможность осуществления контроля на различных стадиях изготовления, в эксплуатации и при ремонте изделий, возможность контроля по большинству заданных параметров, согласованность времени, затрачиваемого на контроль, со временем работы технологического оборудования, высокую достоверность результатов контроля, техническую доступность средств контроля в условиях производства, эксплуатации, ремонта.

Литература: [4, с. 8–51].

Методические рекомендации

Первая тема курса дисциплины «Контроль и диагностика объектов реновации» направлена на получение у обучающихся представления о базовых понятиях дисциплины, определении места дисциплины в структуре образовательной программы, планируемых результаты освоения дисциплины,

возможных рисках освоения дисциплины, знакомит обучающихся с формами текущего и промежуточного контроля. Также в рамках темы изучается место неразрушающего контроля и технической диагностики в обеспечении качества восстановления материальных объектов. Классификация методов неразрушающего контроля. Проверка результатов испытаний. Виды дефектов.

Визуальный контроль, как метод неразрушающих испытаний. Внешний осмотр без специальных приспособлений. Оптические вспомогательные приборы.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация неразрушающих методов испытаний.
2. Основные операции, проводимые при проведении неразрушающих испытаний.
3. Методика и оборудование, применяемое при проведении визуального контроля.
4. На какие виды подразделяется неразрушающий контроль в зависимости от физических явлений? Поясните, на каких принципах основаны методы неразрушающего контроля.
5. Перечислите факторы, которые необходимо учитывать при выборе метода неразрушающего контроля.
6. На чем основан оптический неразрушающий контроль? Перечислите основные методы оптического контроля.
7. В каких случаях применяются визуально-оптический, интерференционный, голографический, поляризационный методы контроля?

Тема 2. Испытания давлением и контроль по методу течеискания. Капиллярный контроль

Ключевые вопросы темы

1. Хроматический – визуальное обнаружение дефекта по ахроматическому индикаторному следу в видимом излучении.
2. Цветной – визуальное обнаружение дефекта по цветному индикаторному следу в видимом излучении.
3. Люминесцентный – визуальное обнаружение дефекта в длинноволновом ультрафиолетовом излучении по люминесцирующему видимым излучением индикаторному следу.
4. Люминесцентно-цветной – визуальное обнаружение дефекта по видимому цветному индикаторному следу в длинноволновом ультрафиолетовом излучении и в видимом излучении.
5. На каком физическом явлении основаны капиллярные методы контроля? Поясните суть метода.

Ключевые понятия: подготовка поверхности изделия к контролю, обработка поверхности изделия дефектоскопическими материалами, проявление следов

дефектов, обнаружение дефектов, очистка деталей от дефектоскопических материалов после контроля.

Литература: [4, с. 59–103].

Методические рекомендации

Испытания давлением и контроль по методу течеискания. Гидростатические испытания. Контроль с помощью галоидных и гелиевого течеискателей.

Основные принципы капиллярного метода контроля. Область применения. Материалы и оборудование для контроля. Технология контроля.

Вопросы для самоконтроля

1. Методика проведения гидростатических испытаний.
2. Методика течеискания с использованием радиоактивных веществ.
3. Методика течеискания с использованием галоидных течеискателей.
4. Методика течеискания с использованием гелиевого течеискателя.
5. На каком физическом явлении основаны капиллярные методы контроля? Поясните суть метода.
6. Люминесцентный метод контроля.

Тема 3. Термические методы

Ключевые вопросы темы

1. Тепловой метод контроля (термография)
2. Пассивный способ контроля.
3. Активный способ контроля.

Ключевые понятия: термография, термические испытания с помощью плавких покрытий, инфракрасная фотография, фоточувствительные полупроводниковые приборы и инфракрасная радиометрия.

Литература: [4, с. 21–33].

Методические рекомендации

Тепловой метод контроля (термография) основан на регистрации тепловых полей, температуры или теплового контраста контролируемого объекта. Метод позволяет выявлять дефекты материалов и изделий по изменению распределения и интенсивности теплового излучения (например, дефекты в трубах, прокате, сварных швах и др.).

Тепловые методы контроля разделяют на пассивный и активный. При пассивном способе контроля объект не подвергают воздействию внешнего источника энергии. Его применяют для обнаружения отклонений от заданной формы и геометрических размеров, а также при исследовании теплового режима контролируемых объектов.

Активный способ контроля позволяет обнаруживать нарушения сплошности (трещины, пористость, включения, расслоения) и изменения в структуре, физико-химических свойствах путем воздействия на объект внешним источником энергии.

Вопросы для самоконтроля

1. Методика термических испытаний на «морозные узоры».
2. Методика термических испытаний с использованием температурных фосфоров.
3. Методика термических испытаний с использованием плавких покрытий.
4. Методика термических испытаний с использованием фоточувствительных полупроводниковых приборов.

Тема 4. Ультразвуковой контроль

Ключевые вопросы темы

1. Прошедшего излучения.
2. Отраженного излучения (эхо-метод).
3. Резонансный.

Ключевые понятия: классификация методов контроля, физические основы ультразвукового метода контроля, виды волновых колебаний, распространение пучка ультразвуковых волн.

Литература: [4, с. 285–333].

Методические рекомендации

Ультразвуковые волны, используемые в дефектоскопии, представляют собой упругие колебания, возбуждаемые в материале изделия, при этом частицы материала не перемещаются вдоль направления движения волны; каждая частица, совершив колебательное движение относительно своей первоначальной ориентации, снова занимает исходное положение, а колебательное движение совершает следующая частица и т.д. В гомогенных телах, особенно металлах, ультразвуковые волны распространяются как направленные лучи, а на границе с воздухом практически дают стопроцентное отражение.

Ультразвук обладает способностью неограниченного проникновения в глубину и обнаружения дефектов любых размеров и расположения. Распространение высокочастотных упругих волн происходит по аналогии с законами геометрической оптики.

Вопросы для самоконтроля

1. Волны, применяемые при ультразвуковом контроле и их распространение.
2. Методика проведения испытаний теневым методом.
3. Методика проведения испытаний эхо-методом.
4. Методика проведения испытаний импедансным методом.

5. Методика проведения испытаний резонансным методом.
6. Методика проведения испытаний методом свободных колебаний.
7. Методика проведения испытаний методом акустической эмиссии.
8. Методика проведения испытаний шумовибрационным методом.
9. Охарактеризуйте способы передачи ультразвука.
10. На чем основан акустический неразрушающий контроль?
11. Какие методы ультразвукового неразрушающего контроля Вы знаете?
Раскройте суть методов.

Тема 5. Магнитные методы контроля

Ключевые вопросы темы

1. Классификация методов магнитного контроля.
2. Основы магнитопорошкового и электромагнитного методов неразрушающего контроля. Методы намагничивания.
3. Магнитопорошковый метод. Технология его использования.
4. Магнитоферрозондовый метод.
5. Магнитографический метод.

Ключевые понятия: циркулярное намагничивание, продольное намагничивание, комбинированное намагничивание, подготовка изделия к контролю, намагничивание изделия, нанесение магнитного порошка на контролируемое изделие, контроль изделия, размагничивание изделия.

Литература: [4, с. 131–202].

Методические рекомендации

Магнитные методы применяют только для контроля изделия, изготовленных из ферромагнитных материалов, которые обладают способностью намагничиваться под действием внешних магнитных полей и частично сохранять приобретенную намагниченность после удаления внешнего поля. Магнитные свойства материалов контролируемых изделий характеризуются петлей гистерезиса. Значение магнитной индукции, оставшейся после снятия внешнего поля, называется остаточной индукцией. Благодаря остаточной индукции становится возможным реализовать магнитные методы контроля.

Методы магнитного контроля занимают одно из первых мест по использованию в производственных условиях. Эти методы применяются для выявления мест нарушения сплошности материала детали, расположенных на поверхности и в подповерхностных слоях: трещин (усталостных, шлифовочных, закалочных, сварочных, ковочных, штамповочных), волосовин, закатов, расслоений (расположенных не параллельно поверхности), флокенов, непроваров в стыковых соединениях, неметаллических включений. Они могут использоваться и для обнаружения ферритных включений в деталях из аустенитных сплавов.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте магнитные методы контроля.
2. Охарактеризуйте применяемые способы намагничивания.
3. Методика магнитопорошкового метода.
4. Методика магнитоферрозондового метода.
5. Методика магнитографического метода.
6. На чем основаны магнитные методы контроля? От чего зависит выбор вида и способа намагничивания?
7. Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля.

Тема 6. Радиационный контроль

Ключевые вопросы темы

1. Основные принципы радиационного контроля.
2. Гамма и рентгенография.
3. Процедура гамма и рентгенографии.
4. Технология просвечивания.

Ключевые понятия: интенсивность излучения, доза излучения, мощность дозы излучения, подготовка детали к просвечиванию (очистка от загрязнения, установка детали в положение, обеспечивающее оптимальные условия выявления возможного дефекта, расположение пленки, усиливающих экранов и др., выбор режимов просвечивания и экспозиция детали, обработка рентгеновской пленки, расшифровка снимков.

Литература: [4, с. 361–440].

Методические рекомендации

Радиационный неразрушающий контроль основан на регистрации и анализе проникающего ионизирующего излучения после взаимодействия с контролируемым объектом. Методы радиационного контроля определяются характером взаимодействия ионизирующего излучения с контролируемым объектом (прошедшего излучения, рассеянного излучения, активационного анализа и др.), а также способом регистрации первичной информации (радиографический, радиоскопический и др.).

Радиационные методы контроля обеспечивают обнаружение всевозможных дефектов в материале, являющемся оптически непрозрачным, за счет регистрации ослабления интенсивности излучения, проходящего через контролируемый объект. Объектами контроля могут быть сварные соединения, слитки и отливки, агрегаты, узлы и механизмы, многослойные материалы и конструкции, материалы большой плотности, клепаные соединения. Радиационные методы контроля обнаруживают дефекты и неисправности типов непроваров, трещин, газовых пор, прожогов, рыхлот, шлаковых включений, разностенности, разрушений, коррозионных поражений, усталостных деформаций, наличия посторонних предметов и др.

Вопросы для самоконтроля

1. Конструктивные особенности рентгеновских трубок.
2. Конструктивные особенности гамма-дефектоскопов.
3. Радиографический метод контроля изделий.
4. Радиоскопический метод контроля изделий.
5. Радиометрический метод контроля изделий.
6. Методика проведения радиационного контроля.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Посещаемость занятий и выполнение индивидуального задания отмечается в учетной карточке, которую ведет преподаватель. Отчет о проработке каждой темы оформляется студентом индивидуально, включает в себя краткий конспект изучаемой проблемы и предьявляется преподавателю в конце занятия. Преподаватель, по завершению занятия, подводит итоги по изучаемой теме. Группа разбивается на бригады по два студента, которые получив задание и дополнительно проработав соответствующую тематику самостоятельно, в начале следующего занятия раскрывают её для всей группы более углублённо.

Самостоятельная работа студентов. В период обучения студенты должны самостоятельно контролировать усвоение материала лекций, разделов программы, выносимых на самостоятельную проработку, а также предполагает подготовку к лабораторным занятиям и зачету.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с изучаемой проблематикой семинарского занятия.

Тематический план практических (ПЗ) занятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Номер темы	Содержание практического занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		очная форма	заочная форма
1	2	3	4
1	Машины и приборы для определения механических свойств материалов при статическом нагружении	2	2
2	Методика измерение сил и их производных	2	-
3	Способы измерения износа поверхностей деталей машин и режущих инструментов	2	-

1	2	3	4
4	Использование термомагнитного метода определения концентрации водорода при электролизе воды	2	-
5	Магнитопорошковый метод контроля	2	-
6	Методы цветной и люминесцентной дефектоскопии	2	2
Итого		12	4

Практическое занятие № 1 **Машины и приборы для определения механических свойств материалов при статическом нагружении**

Цель: получить умения и навыки по машинам и приборам для определения механических свойств материалов при статическом нагружении.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами:

1. Способы измерения деформаций.
2. Методы и приборы оценки твёрдости и микротвёрдости.
3. Методы и приборы измерения шероховатости поверхностей.
4. Методы определения остаточных напряжений.
5. Методы и приборы исследования наклёпа.

Методические рекомендации:

Различают машины: разрывные и универсальные. Машины разрывные предназначены для статических испытаний на растяжение (например, типа Р-05, цифра указывает на предельную статическую нагрузку в тонна-силах.) или на растяжение и сжатие (например, типа Р-5).

Универсальные машины для статических испытаний (УММ-200 и др.) предназначены для механических испытаний на растяжение, сжатие, изгиб, загиб до параллельной стороны, ползучесть, релаксацию. Имеются также машины для статических и циклических испытаний растяжением-сжатием или изгибом (МУП-100 и др.).

Допустимая погрешность показаний силоизмерителя обычно находится в пределах $\pm 1\%$ от измеряемой нагрузки.

Прессы гидравлические (например, типа ПММ-125, цифра указывает наибольшую нагрузку при сжатии в тонна-силах) используются для статических испытаний различных образцов, конструкций из металла и других материалов на сжатие, продольный и поперечный изгиб.

Средняя относительная погрешность показаний для всех прессов составляет $\pm 1\%$ от действительной нагрузки.

Для технических и специальных исследований используются машины для статических испытаний винтовых пружин на сжатие и растяжение, плоских пружин на изгиб, а также для их разбраковки (типа МИП-10-1 и др.), машина для испытаний проволоки на скручивание (типа К-5), машина для испытаний листового металла на выдавливание (типа МТЛ-10Т) и др.

Вопросы для самопроверки

1. Способы измерения деформаций.
2. Методы и приборы оценки твёрдости и микротвёрдости.
3. Методы и приборы измерения шероховатости поверхностей.
4. Методы определения остаточных напряжений.
5. Методы и приборы исследования наклёпа.

Практическое занятие № 2 Методика измерение сил и их производных

Цель: получить умения и навыки по методике измерение сил и их производных

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами:

1. Измерение сил.
2. Измерение крутящих моментов.

Методические рекомендации:

Деформацию чаще всего измеряют электрическими, оптическими или механическими методами.

В зависимости от выбранного метода и диапазона измерения деформируемый чувствительный элемент (воспринимающий деформацию) выполняют так, что деформация воспроизводится в виде растяжения или сжатия. Упругий элемент совместно с приданными ему элементами, выполняющими функции преобразования (механическими, электрическими или др.), защитным корпусом и т.д. образует преобразователь силы – динамометр.

Вопросы для самопроверки

1. Стержневой чувствительный элемент для измерения силы.
2. Кольцевые упругие элементы.
3. Угольные датчики.
4. Виброчастотный преобразователь силы.
5. Гидравлические измерители силы.
6. Измерение крутящих моментов.

Практическое занятие № 3 Способы измерения износа поверхностей деталей машин и режущих инструментов

Цель: получить умения и навыки по методике измерения износа поверхностей деталей машин и режущих инструментов.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами:

1. Методы измерения износа деталей и сопряжений.
2. Особенности измерения износа режущих инструментов.

Методические рекомендации:

Около 85...90 % изделий машиностроения выходят из строя в результате изнашивания и только 10...15 % по другим причинам.

Различают изнашивание механическое (абразивное, эрозионное, гидроабразивное, газоабразивное, усталостное и др.), коррозионно-механическое (окислительное, фреттинг-коррозия), изнашивание при «заедании» сопряжённых пар.

Применительно к инструментам различают следующие виды изнашивания: абразивное, адгезионное (схватывание и последующее вырывание частиц и блоков), диффузионное (при $t = 800...850$ °С) – деформационное растворение инструмента материала в обрабатываемом материале, окислительное (твердых сплавов) – образуются окислы Co_3O_4 и CoO , которые имеют низкую твердость и нарушают монолитность твердого сплава.

Вопросы для самопроверки

1. Методы измерения износа деталей и сопряжений.
2. Измерения износа с помощью датчиков индикаторного типа.
3. Измерения износа методом отпечатков.
4. Измерения износа методом вырезанных лунок.
5. Измерения износа методом слепков.
6. Особенности измерения износа режущих инструментов.

Практическое занятие № 4 Использование термомагнитного метода определения концентрации водорода при электролизе воды

Цель: получить умения и навыки по возможности использования термомагнитного метода определения концентрации водорода при электролизе воды.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами:

1. Теоретические предпосылки применяемой методологии исследования.

2. Перечень технических средств для измерения содержания кислорода в газовой смеси.
3. Принципиальную и электрические схемы макета для измерения концентрации кислорода.

Методические рекомендации:

Возможность и целесообразность использования электролизно-водных генераторов в технологии газопламенной обработки материалов и, в частности, для сварки и пайки металлов обсуждается в научной и технической литературе уже с 70–80-х годов прошлого века. Повышенный интерес к данному научно-техническому направлению связан, прежде всего, с тем, что горючим материалом в установках в электролизно-водных генераторах (ЭВГ) является не традиционный органический материал (ацетилен, пропан, бензин и др.), а кислородно-водородная смесь, получаемая путем электролитического разложения воды. При сгорании кислородно-водородной смеси вновь образуется вода. Очень важным социальным фактором является улучшение экологической обстановки в месте проведения паяльно-сварочных работ, поскольку в процессе горения образуются лишь пары воды.

Вопросы для самопроверки

1. Технология получения водородно-кислородной смеси электролизом
2. Термомагнитный принцип работы газоанализатора
3. Схема термомагнитного газоанализатора

Практическое занятие № 5 Магнитопорошковый метод контроля

Цель: получить умения и навыки по физическим основам и практическому применению магнитопорошковой дефектоскопии.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами:

1. Провести намагничивание изделия способом остаточной намагниченности (СОН) путем помещения его в соленоид.
2. Обработать намагниченное изделие, поливая его слабой струей магнитной суспензии.
3. Сразу после обработки изделия магнитной суспензией провести его визуальный осмотр и если есть необходимость с использованием лупы.
4. Описать выявленные дефекты.
5. Провести размагничивание проконтролированных деталей.

Методические рекомендации:

Магнитопорошковая дефектоскопия использует магнитное поле рассеяния, возникающее над дефектом при намагничивании изделия. В качестве индикатора поля рассеяния служат частицы магнитного порошка. МПД применима только к

ферромагнитным материалам и позволяет выявлять поверхностные и подповерхностные дефекты типа трещин, флокенов, неметаллических включений и др.

Предельная чувствительность МПД ограничена дефектами с раскрытием ≥ 2 мкм и глубиной ≥ 20 мкм. Подповерхностные дефекты обнаруживаются хуже, чем поверхностные. До глубины залегания 100 мкм чувствительность сохраняется примерно такой же, как и к поверхностным дефектам, а на большем расстоянии от поверхности могут быть обнаружены более крупные дефекты.

Вопросы для самопроверки

1. За счет чего при магнитопорошковой дефектоскопии выявляются дефекты?
2. Можно ли методом магнитопорошковой дефектоскопии обнаруживать подповерхностные дефекты?
3. Что такое способ приложенного поля?
4. Что такое способ остаточной намагниченности?
5. Что такое циркуляционное и полюсное намагничивание?

Практическое занятие № 6 Методы цветной и люминесцентной дефектоскопии

Цель: получить умения и навыки по методическим подходам и с технологическими приемами при проведении цветной и люминесцентной дефектоскопии.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе, сопроводив соответствующими эскизами.

1. На очищенную поверхность из аэрозольного баллона № 1 периодически наносят пенетрант с расстояния примерно 300 мм в несколько слоев с перерывами не менее 2 мин.
2. Изделие промывают теплой водой или протирают мокрой ветошью.
3. После сушки на поверхность изделия из аэрозольного баллона № 3 наносят проявляющий лак. Проявитель наносят тонким, однородным, блестящим слоем, после чего сушат в течение 15...30 мин. Для получения наивысшей чувствительности контроля через 15 мин после начала сушки изделие подогревают.
4. Осматривают изделие при дневном свете или ультрафиолетовом облучении.

Методические рекомендации:

Капиллярные методы контроля объектов проникающими веществами (пенетрантами) применяют для обнаружения дефектов, выходящих на поверхность, главным образом трещин. Полости реальных трещин, чаще всего являющихся тупиковыми, имеют форму узкого клина, вершина которого

обращена внутрь материала. Попав в такую трещину, проникающая жидкость смачивает ее полость и продолжает проникать внутрь нее даже после полного удаления с поверхности объекта контроля. В этом случае проникающая жидкость образует в полости трещины два мениска. Эти мениски вызывают появление двух капиллярных давлений p_1 и p_2 равнодействующая которых Δp направлена в глубь полости дефекта. Попав в полость дефекта, жидкость будет удерживаться там капиллярными силами.

Вопросы для самопроверки

1. Каково влияние основных видов загрязнений на технологические характеристики методов капиллярной дефектоскопии?
2. Какие способы подготовки изделий к капиллярной дефектоскопии вы знаете?
3. Назовите основные методы заполнения полостей трещин пенетрантами.
4. Какие способы нанесения проявителей обеспечивают наивысшую чувствительность капиллярной дефектоскопии?
5. Каковы основные характеристические признаки индикаторных следов дефектов?

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Утилизация отходов машиностроительного производства» направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде выполнения контрольной работы.

При выполнении контрольной работы студенты отвечают на два вопроса. Варианты вопросов определяется по таблице 4 в зависимости от двух последних цифр студенческого шифра (номера студенческого билета и зачетной книжки). В таблице по горизонтали Б размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых последняя цифра шифра студента. По вертикали А также размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых – предпоследняя цифра шифра студента. Пересечение горизонтальной и вертикальной линий определяет клетку с номерами вариантов контрольной работы. Перечень вопросов для выполнения контрольной работы представлен в приложении А.

Таблица 4 – Варианты заданий

Б		Последняя цифра шифра									
А	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Предпоследняя цифра шифра	0	1,8	2,9	3,10	4,11	5,12	6,13	7,14	8,15	9,16	10,17
	1	11,18	12,19	13,20	14,21	15,22	16,23	17,24	18,25	19,26	20,26
	2	21,1	2,22	3,23	4,24	5,25	6,26	1,7	8,2	9,3	10,4
	3	11,5	12,6	13,7	14,8	15,9	16,10	17,11	18,12	19,13	20,14
	4	15,25	16,26	17,1	18,2	19,3	20,4	25,5	26,6	27,1	2,3
	5	4,5	6,7	8,9	10,11	12,13	14,15	16,17	17,18	19,20	21,22
	6	23,24	25,26	1,10	2,11	3,12	4,13	5,14	6,15	7,16	8,17
	7	9,18	10,19	11,20	12,21	13,22	14,23	15,24	16,25	17,26	17,1
	8	18,2	19,3	20,4	21,5	22,6	23,7	24,8	25,9	26,10	1,11
	9	2,12	3,13	4,14	5,15	6,16	7,17	8,18	9,19	10,20	11,21

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными, ясными и содержать элементы анализа.

При ответе на вопросы студент должен использовать не только учебную литературу, но и статьи, публикуемые в периодической печати, указывая в работе источники информации. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников (не менее 10 источников).

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер – 12 (для заголовков – 14), вид шрифта – Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее и нижнее 2 см. Нумерация страниц внизу справа.

Структура контрольной работы:

- титульный лист (приложение Б)
- содержание
- текстовая часть (каждый вопрос начинать с нового листа)
- список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018, ГОСТ 7.82-2001.

В текстовой части не допускается сокращение слов. Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов А4.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к контрольным работам:

- текст должен быть отпечатан на компьютере;
- основной текст подразделяется на озаглавленные части в соответствии с содержанием работы. Заглавия не подчеркиваются, в конце заголовка точка не ставится, переносы допускаются;
- страницы текста пронумерованы арабскими цифрами в правом верхнем углу без точек. Титульный лист считается первым и не нумеруется;
- на каждой странице оставлены поля для замечаний рецензента;

- список использованных источников оформляются по соответствующим требованиям.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Выполненная контрольная работа представляется для регистрации на кафедру, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу). Студент, получивший контрольную работу с оценкой «зачтено», знакомится с рецензией и с учетом замечаний преподавателя дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мищенко, С. В. Физические основы технических измерений / С. В. Мищенко, Д. М. Мордасов, М. М. Мордасов; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 176 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277906> (дата обращения: 08.07.2020). – Текст: электронный.
2. Горбунова, Т. С. Измерения, испытания и контроль. Методы и средства: учебное пособие / Т. С. Горбунова; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012. – 108 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258770> (дата обращения: 08.07.2020). – ISBN 978-5-7882-1321-7. – Текст: электронный.
3. Пояркова, Е. В. Диагностика повреждений металлических материалов и конструкций: учеб. пособие / Е. В. Пояркова, С. Н. Горелов. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014. – 202 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330566> (дата обращения: 08.07.2020). – Текст: электронный.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: справ. / под ред. В. В. Клюев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2005. – 656 с.
5. Розина, М. В. Неразрушающий контроль в судостроении: справочник дефектоскописта / М. В. Розина, Л. М. Яблоник, В. Д. Васильев. – Ленинград: Судостроение, 1983. – 151с.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Основные операции, проводимые при проведении неразрушающих испытаний.
2. Методика и оборудование, применяемое при проведении визуального контроля.
3. Методика проведения гидростатических испытаний.
4. Методика течеискания с использованием радиоактивных веществ.
5. Методика течеискания с использованием галоидных течеискателей.
6. Методика течеискания с использованием гелиевого течеискателя.
7. Методика термических испытаний на «морозные узоры».
8. Методика термических испытаний с использованием температурных фосфоров.
9. Методика термических испытаний с использованием плавких покрытий.
10. Методика термических испытаний с использованием фоточувствительных полупроводниковых приборов.
11. Контроль по методу проникающих жидкостей.
12. Конструктивные особенности рентгеновских трубок.
13. Конструктивные особенности гамма-дефектоскопов.
14. Радиографический метод контроля изделий.
15. Радиоскопический метод контроля изделий.
16. Радиометрический метод контроля изделий.
17. Методика проведения радиационного контроля.
18. Волны применяемые при ультразвуковом контроле и их распространение.
19. Методика проведения испытаний теневым методом.
20. Методика проведения испытаний эхо-методом.
21. Методика проведения испытаний импедансным методом.
22. Методика проведения испытаний резонансным методом.
23. Методика проведения испытаний методом свободных колебаний.
24. Методика проведения испытаний методом акустической эмиссии.
25. Методика проведения испытаний шумовибрационным методом.
26. Охарактеризуйте способы передачи ультразвука.
27. Охарактеризуйте магнитные методы контроля.
28. Охарактеризуйте применяемые способы намагничивания.
29. Методика магнитопорошкового метода.
30. Методика магнитоферрозондового метода.
31. Методика магнитографического метода.
32. Неразрушающий контроль методом вихревых токов.
33. Измерение температуры нагретого тела бесконтактным методом.
34. Акустический метод течеискания.
35. Использование тензорезисторов в неразрушающих методах контроля.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»

Институт агроинженерии и пищевых систем

Кафедра _____
наименование кафедры

Контрольная работа
допущена к защите
Руководитель: _____
(уч. степень, звание,
должность)
_____ И.О. Фамилия
«__» _____ 202__ г.

Контрольная работа
защищена
Руководитель: _____
(уч. степень, звание,
должность)
_____ И.О. Фамилия
«__» _____ 202__ г.

Контрольная работа № _____
(указывается, если по
дисциплине более 1 работы)
по дисциплине
«Контроль и диагностика объектов реновации»

Шифр студента _____
Вариант № _____

Работу выполнил:
студент гр. _____
_____ И.О. Фамилия
«__» _____ 202__ г.

Калининград
202__

Локальный электронный методический материал

Марк Борисович Лещинский

КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ОБЪЕКТОВ РЕНОВАЦИИ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 2,2. Печ. л. 1,7

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1