Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 15:41:52
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ / Е.В. Сафонов /
«_01_» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения»

Направление подготовки
15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки
Комплексные технологические процессы и оборудование машиностроения

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
заочная

Москва 2021

Программа дисциплины «Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки бакалавров по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Программу составил:
к.т.н., доц. Л.П. Андреева

к.т.н., доц. Г.Р. Латыпова

Программа дисциплины «Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение утверждена на заседании кафедры «Оборудование и технология сварочного производства»
«30» июня 2021 г. протокол № 13

Заведующий кафедрой
доцент, к.т.н. Е.В. Сафонов

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» и профилю подготовки «Комплексные технологические процессы и оборудование машиностроения»

«30» августа 2021 г С.А. Паршина

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии А.Н. Васильев

«02» сентября 2021 г. протокол № 9-21

| Присвоен регистрационный номер: 15.03.01/03.2020/Б.1.ДВ.2.1 |
|---|

**1. Цели освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины «Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения» является:

- установление с использованием нормативной литературы химического состава стали;
- оценка свариваемости сталей расчетно-статистическими методами;
- изучение строения сварного соединения;
- определение существенных параметров режима сварки контрольного сварного соединения

**2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения» относится к числу учебных дисциплин по выбору студента вариативной части блока 1 дисциплины (модули) по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» и профилю подготовки «Комплексные технологические процессы и оборудование машиностроения» образовательной программы бакалавриата заочной формы обучения.

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Согласно ФГОС по направлению «Машиностроение» применительно к дисциплине «Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения» выпускник должен обладать профессиональными компетенциями:

| **Код компетенции** | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|---|---|
| ПК-19 | способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции | знать:<br>- основные закономерности в области метрологии, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологии и метрологическому обеспечению;<br>- основные метрологические характеристики средств измерений и порядок их расчета;<br>уметь:<br>- осуществлять контроль технологических процессов производства продукции и выполнения услуг;<br>- разрабатывать программы технологического обеспечения качества производства продукции и выполнения услуг;<br>- разрабатывать научно-обоснованный перечень измеряемых и контролируемых параметров в процессе производства машиностроительной продукции;<br>- применять методы обеспечения качества при выборе средств измерений для контроля деталей в машиностроении;<br>- применять методы и средства технических измерений, оценивая их возможности и погрешности;<br>владеть:<br>- основными методами, способами и средствами измерений для организации метрологического обеспечения производства машиностроительной продукции. |

**4. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы**,** то есть 144 академических часов (из них 124 часа – самостоятельная работа студентов).

Аудиторных занятий – 20 час (лекций – 14 часов; лабораторные работы – 6 часов).

Наличие конспектов к лекциям в письменном виде обязательно.

Структура и содержание дисциплины представлены в Приложении 3

**Содержание разделов дисциплины**

Понятие **качества промышленной продукции**

Технологические и конструктивно-эксплуатационные факторы, влияющие на качество сварных и паяных соединений.

Эффективность методов контроля. Техническая применимость, производительность, безопасность применения.

**Дефекты, уровень дефектности и выбор методов контроля**

Типы и виды дефектов (классификация). Влияние дефектов на работоспособность сварных конструкций. Оценка уровня дефектности. Разрушающие и неразрушающие методы. Особенности применения различных методов. Визуально измерительный контроль сварных соединений

**Организация контроля в сварочном производстве**

Контроль документации на стадии проектирования, технологических факторов, исходных материалов, технологии и оборудования. Контроль заготовительных и сборочных операций.

**Радиационные методы контроля**

Физические основы радиационного метода неразрушающего контроля. Законы ослабления излучения при прохождении его через контролируемый материал. Методы преобразования радиационного изображения. Виды и источники ионизирующих излучений, используемых в дефектоскопии. Природа и свойства рентгеновского излучения. Источники рентгеновского излучения. Рентгеновские трубки с накальным катодом. Структура рентгеновской пленки. Механизм регистрации ионизирующего излучения рентгеновской пленкой. Типы отечественных технических рентгеновских пленок. Схемы просвечивания сварных соединений рентгеновским излучением. Фронтальное просвечивание. Выбор фокусного расстояния. Схема панорамного просвечивания. Факторы, влияющие на снижения резкости видимого изображения на пленке. Способы зарядки рентгеновских кассет. Маркировка снимков. Эталоны чувствительности. Расшифровка радиографических снимков. Требования к радиографическому снимку.

**Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений**

Физические основы ультразвуковой дефектоскопии. Продольные и поперечные волны, их возбуждение и распространение. Отражение волн от дефектов. Методы контроля: эхо-методы, теневой и эхо-теневой методы. Аппаратура для контроля: дефектоскопы, преобразователи, эталоны и тест-образцы, вспомогательные приспособления. Основные параметры контроля и их выбор, оценка чувствительности контроля. Намерение размеров и координат расположения дефектов. Преимущества и недостатки методов. Правила оценки дефектов соединений по результатам ультразвукового контроля.

**Магнитные методы контроля**

Физические основы магнитных методов контроля и области их применения. Процесс намагничивания ферромагнитных материалов. Классификация ферромагнитных материалов по их магнитным свойствам. Виды магнитных полей, применяемых при магнитном контроле. Выявление дефектов при магнитопорошковом методе контроля. Порядок проведения магнитопорошкового контроля. Чувствительность метода.

**Методы течеискания.**

Назначение методов течеискания и области их применения. Перечень методов течеискания и их чувствительность. Гидравлические методы: избыточным давлением, наливом и поливом. Чувствительность и какие объекты контролируются конкретным способом. Пузырьковые методы: давлением, пневмогидравлический и вакуумный способы. Особенности испытаний

каждым способом. Керосиновый метод. Порядок его проведения и особенности проведения испытаний при высоких температурах

**Капиллярные методы и проверка герметичности**

Назначение капиллярного контроля, физические основы и его виды. Процесс проникновения жидкости в капилляры. Возникновение капиллярного давления. Процессы извлечения пенетраната из капилляров. Чувствительность метода. Порядок проведения контроля.

**Статистические методы контроля сварных соединений**

Принципы применения статистических методов управления качеством. Статистические показатели дефектности соединений.

**Испытания на работоспособность сварных соединений.**

Техника испытаний. Разновидности методов оценки выносливости. Особенности испытания сварных и паяных соединений. Расчет основных характеристик.

**5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

− чтение лекций сопровождается раздаточным материалом и показом слайдов с помощью компьютерной и проекторной техники и иллюстрируется наглядными пособиями;

– обсуждение и защита докладов по дисциплине;

- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов научно-исследовательской работы;

- проведение контрольных работ;

- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет – тестирования.

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

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы: рефераты, доклады на СНТК.

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

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| ПК-19 | способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции |

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

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

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

| **ПК-19 способность к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:**<br>основные закономерности в области метрологии, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологии и метрологическому обеспечению;<br>основные метрологические характеристики средств измерений и порядок их расчета | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:<br>основные закономерности в области метрологии, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологии и метрологическому обеспечению;<br>основные метрологические характеристики средств измерений и порядок их расчета | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:<br>основные закономерности в области метрологии, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологии и метрологическому обеспечению;<br>основные метрологические характеристики средств измерений и порядок их расчета. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:<br>основные закономерности в области метрологии, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологии и метрологическому обеспечению;<br>основные метрологические характеристики средств измерений и порядок их расчета, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:<br>основные закономерности в области метрологии, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологии и метрологическому обеспечению;<br>основные метрологические характеристики средств измерений и порядок их расчета; свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:**<br>применять методы метрологии при выборе средств измерений для контроля деталей в машиностроении;<br>применять методы и средства технических измерений, оценивая их возможности и погрешности | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: применять методы метрологии при выборе средств измерений для контроля деталей в машиностроении;<br>применять методы и средства технических измерений, оценивая их возможности и погрешности | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять методы метрологии при выборе средств измерений для контроля деталей в машиностроении;<br>применять методы и средства технических измерений, оценивая их возможности и погрешности.<br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять методы метрологии при выборе средств измерений для контроля деталей в машиностроении;<br>применять методы и средства технических измерений, оценивая их возможности и погрешности.<br>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять методы метрологии при выборе средств измерений для контроля деталей в машиностроении;<br>применять методы и средства технических измерений, оценивая их возможности и погрешности..<br>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | на новые ситуации. | | |
| **владеть:** навыками определения погрешностей средств измерений | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками определения погрешностей средств измерений | Обучающийся владеет навыками определения погрешностей средств измерений. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет навыками определения погрешностей средств измерений, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет навыками определения погрешностей средств измерений, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

**6.2. Содержание текущего контроля**

Все практические работы, предусмотренные данной рабочей программой должны быть отработаны. По каждой работе студенту необходимо самостоятельно составить отчет, который должен включать: название работы, расчеты, рисунки, таблицы, графики, выводы, указанные в описании работы.

По каждой работе студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

Контрольные работы проводятся на лекциях по текущей теме. По каждой контрольной работе студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

По темам семинаров студент готовит сообщение (с презентацией или без нее) по приведенным в рабочей программе вопросам или по другим вопросам по согласованию с преподавателем.

За каждое сообщение студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

**6.2.1 Сроки выполнения текущего контроля и критерии оценивания результатов**

Семинары должны быть отработаны, оформлены и зачтены в течение текущего семестра до промежуточной аттестации.

Контрольные работы могут быть выполнены при прохождении промежуточной аттестации (на зачете или экзамене).

Критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение В).

**6.3. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации**

**6.3.1. Форма проведения промежуточной аттестации**

Учебным планом предусмотрены следующие виды промежуточной аттестации:

10 семестр - зачёт,

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен получить зачеты по всем этапам текущего контроля.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице :

| Вид работы | Форма отчетности и текущего контроля |
|---|---|
| Контрольная работа | Ответы на вопросы задания |
| Сообщение по теме семинара | Выступление на семинаре |

Если студентом не пройден один или более видов текущего контроля, преподаватель имеет право выставить ему оценку «не зачтено» или «неудовлетворительно» на промежуточной аттестации.

**Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание**

**Форма итоговой аттестации: зачет.**

**На экзамене** студенту предоставляется билет с тремя вопросами.

***Критерий оценки:***

К зачёту допускается студент выполнивший все практические работы и защитившие рефераты.

**Итоговая аттестация** по дисциплине осуществляется в форме устного зачета.

К зачёту допускается студент, выполнивший все практические работы и защитившие рефераты.

***Критерий оценки.*** Студенту предлагается два вопроса:

-оценка "зачтено" выставляется студенту, если даны исчерпывающие ответы на два вопроса;

-оценка "не зачтено" выставляется студенту, если не даны ответы на два вопроса.

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**Темы контрольной работы:**

1. Классификация и типы дефектов сварных соединений.
2. Виды разрушающего контроля.
3. Виды ионизирующих излучений и источники, используемые для радиационных методов контроля.
4. Достоинства и недостатки радиационных методов контроля.
5. Физические принципы и основные методы ультразвукового контроля.
6. Сущность и область применения магнитопорошкового метода.
7. Сущность и область применения магнитографического метода.
8. Электромагнитные методы контроля (методы вихревых токов).
9. Сущность и область применения контроля течеисканием.
10. Основные методы использования и относительная чувствительность различных методов течеискания.

**Примеры тем для самостоятельного изучения**

1. Оценка свариваемости легированных сталей с помощью компьютерной программы «Свариваемость легированных сталей».

1.1 Определение химического состава материала и его механические свойства в зависимости от типа выбранного листового проката (горячекатаный или холоднокатаный) и его толщины.

1.2 Оценка свариваемости материала и указания основных трудностей его сварки. Задание выполнять для стыкового сварного соединения, полученного дуговой сваркой.

2. Определения механических свойств сварного соединения (разработка контрольных сварных соединений и контрольных образцов для определения механических свойств и выявления внутренних дефектов соединений).

2.1. Выбор способов сварки, разделку кромок и параметры режима для сварки контрольного сварного соединения, из которого будут изготовлены образцы для механических испытаний.

2.2. Оценка зернистости структуры. Способы измельчения зерна термообработкой. Влияние размера зерна на механические свойства сталей.

2.3. Правила сварки контрольных сварных соединений для вырезки контрольных образцов для механических испытаний и выявления внутренних дефектов.

**Примеры контрольных вопросов для зачета**

1. Определить химический состав заданного материала и его механические свойства в зависимости от типа выбранного листового проката (горячекатаный или холоднокатаный) и его толщины.
2. Расчетно-статический метод оценки свариваемости стали.
3. Экспериментальная оценка свариваемости стали на горячие тещины.
4. Экспериментальная оценка свариваемости стали на холодные тещины. Технологические пробы: конструкция образца; условия испытания; оценка результатов испытаний.
5. Фазовые и структурные превращения при нагреве и охлаждении на участке полной перекристализации.
6. Фазовые и структурные превращения при нагреве и охлаждении на участке неполной перекристаллизации.
7. Строение и типовые структуры сварного соединения из углеродистых и низколегированных сталей.
8. Основные участки сварного соединения из металлов и сплавов с полиморфным превращением.
9. Структурные изменения в сталях на участке нагрева от комнатных температур до точки Ac1.
10. Зернистость металлов и сплавов.
11. Балльная оценка зернистости.
12. Методы измельчения зерна в сталях.
13. Методы определения механических свойств сварных соединений.
14. Определение химического состава и механических свойств заданной индивидуальным заданием стали с учетом сортамента проката.
15. Название стали с учетом состава, назначения и качества.
16. Оценка свариваемости стали по её склонности к горячим и холодным трещинам.
17. Выбор способа сварки для выполнения стыкового сварного соединения в зависимости от заданной марки стали и её толщины.
18. Виды испытаний сварных соединений в зависимости от характера нагрузочных сил и испытуемого участка сварного соединения.
19. Контрольное сварное соединение для изготовления образцов для механических испытаний.
20. Круглые образцы для испытания разных участков сварного соединения на статическое растяжение: конструкция, место вырезки из сварного соединения, схема испытания, расчетные величины по результатам испытаний.

21. Образцы для испытания металла разных участков сварного соединения на ударный изгиб: конструкция, место вырезки из сварного соединения, схема испытания, расчетные величины по результатам испытаний.

22. Образцы для измерения твердости металла различных участков сварного соединения: способы измерения твердости, техника, конструкция.

23. Образцы для испытания сварного соединения на статическое растяжение: конструкция, схема испытания, расчетные величины по результатам испытаний.

24. Плоские образцы для испытания металла шва в стыковом соединении на статическое растяжение: конструкция, схема испытания, расчетные величины по результатам испытаний.

25. Образцы для испытания сварного соединения на статический изгиб: конструкция, схема испытания, результаты испытаний.

26. Образцы для испытания сварного соединения на ударный разрыв: конструкция, схема испытания, расчетные величины по результатам испытаний.

27. Конструкция образцов для испытания.

28. Конструкция образцов для испытания металла шва на ударный изгиб.

29. Конструкция образцов для испытания сварного соединения на растяжение.

30. Конструкция образцов для испытания сварного соединения на ударный изгиб.

31. Конструкция образцов для испытания сварного соединения на статический изгиб.

32. Схема испытания на металла шва на растяжение.

33. Схема испытания сварного соединения на растяжение.

34. Схема испытания на металла шва на ударный изгиб.

35. Схема испытания сварного соединения на ударный изгиб.

36. Схема испытания сварного соединения на статический изгиб.

37. Способы измерения твердости.

38. Техника измерения твердости.

39. Машинные испытания на горячие тещины: конструкция образца; оборудование; параметры процесса испытания.

40. Технологические пробы на холодные тещины: конструкция образца; условия испытания; оценка результатов испытаний.

41. Вероятное обоснование норм допустимости дефектов.

42. Дефекты возникающие при термообработки и их обнаружение.

43. Понятие свариваемости.

44. Гомогенная кристаллизация.

45. Гетерогенная кристаллизация и скорость кристаллизации.

46. Факторы, влияющие на первичную структуру сварного шва.

47. Характерные зоны сварных соединений.

48. Природа и механизм холодных трещин.

49. Трещины повторного нагрева.

50. Виды горячих трещин.

51. Способы оценки сопротивляемости сплавов образованию горячих трещин при сварке.

52. Методы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Андреева Л.П. Производство сварных конструкций: учеб. пособие. / Антонов А.А. - М.: МГИУ, 2009

2. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2013. — 576 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/63211. — Загл. с экрана.

### Дополнительная литература

1. Климов, А.С. Контактная сварка. Вопросы управления и повышения стабильности качества [Электронный ресурс]: монография — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2011. — 216 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59613. — Загл. с экрана.

2. Андреева Л.П. Производство сварных конструкций. Контроль качества сварных соединений: Лабораторный практикум. / Ластовиря В.Н. МГИУ, 2005

3. Машиностроение. Энциклопедия. Машиностроение. Горные машины. Том IV-24 [Электронный ресурс] : энцикл. / Ю.А. Лагунова [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2011. — 496 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3315. — Загл. с экрана.

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Специализированные учебные аудитории АВ2502, АВ2503, АВ2505 и лаборатория кафедры АВ2101 «Оборудование и технология сварочного производства».

1. Раздаточные материалы по разделам курса;
2. Плакаты, слайды, демонстрационные материалы и учебные фильмы по разделам курса. 3. Компьютерная программа " Расчет параметра эквивалента углерода легированных сталей".
4. Компьютерная программа "Свариваемость легированных сталей"

**9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов метрологии, стандартизации и сертификации, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

**Задачи самостоятельной работы студента:**

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету и экзамену.

**Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к практическим работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

**10. Методические рекомендации для преподавателя**

Основное внимание при изучении дисциплины «Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения» следует уделять ознакомлению студентов использованием нормативной литературы химического состава стали, оценка свариваемости сталей расчетно-статистическими методами.

При изучении раздела «Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения» необходимо обеспечить ознакомление студентов сварочной специальности с основными теоретическими представлениями в области металлургии.

При изучении раздела «Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения» основное внимание необходимо уделять основным понятиям в области оценки соответствия, терминам и определениям.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций семинарских занятий и практических работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация.

**Фонды оценочных средств представлены в Приложении 1 к рабочей программе.**

Приложение 1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки: 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОП (профиль): «Комплексные технологические процессы и оборудование машиностроения»

Форма обучения: заочная

Кафедра: Оборудование и технология сварочного производства

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

# ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

примерный перечень вопросов для экзамена

**Составители:**

к.т.н., доц. Андреева Л.П.

Москва, 2021 год

# ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

| **Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС ВО **15.03.01 «Машиностроение»** | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**: | | | | | |
| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства**** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| **ИНДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВКА** | | | | |
| ПК-19 | способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции | знать:<br>- основные закономерности в области метрологии, терминологию, основные понятия и определения, относящиеся к метрологии и метрологическому обеспечению;<br>- основные метрологические характеристики средств измерений и порядок их расчета;<br>уметь:<br>- осуществлять контроль технологических процессов производства продукции и выполнения услуг;<br>- разрабатывать программы технологического обеспечения качества производства продукции и выполнения услуг;<br>- разрабатывать научно-обоснованный перечень измеряемых и контролируемых параметров в процессе производства машиностроительной продукции;<br>- применять методы обеспечения качества при выборе средств измерений для контроля деталей в машиностроении;<br>- применять методы и средства технических измерений, оценивая их возможности и погрешности;<br>владеть:<br>- основными методами, способами и средствами измерений для организации метрологического обеспечения производства машиностроительной продукции. | лекция,<br>лаб. работы, амостоятельная работа студента | УО<br><br>Р | **Базовый уровень**: способность обеспечивать технологичность изделий<br>-<br>**Повышенный уровень** способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий |

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

Приложение 2

## Перечень оценочных средств по дисциплине «Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения»

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Устный опрос (З - зачет) | Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала | Вопросы к зачету |
| 2 | Реферат (Р) | Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно - исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее | Темы рефератов |

1. Классификация сварочных дефектов.
2. Этапы контроля в сварочном производстве и их характеристика.
3. Типы трещин в сварных соединениях и причина образования.
4. Геометрические дефекты сварного соединения и причина образования.
5. Характерные дефекты в зависимости от способа сварки.
6. Наружные дефекты сварного соединения выполненного контактной сваркой.
7. Внутренние дефекты сварного соединения выполненного контактной сваркой.
8. Возможности металлографического контроля сварных соединений.
9. Виды контроля как технологического процесса.
10. Контроль основных материалов.
11. Контроль сварочных материалов.
12. Характеристика операционного контроля в сварочном производстве.
13. Контроль сборки свариваемых деталей.
14. Контроль процесса сварки.
15. Контроль сварных соединений.
16. Методика проведения визуально-оптического контроля.
17. Инструменты для визуально-оптического контроля.
18. Последовательность визуально-оптического контроля перед сваркой.
19. Особенности операции визуально-оптического контроля в сварном соединении.
20. Отличительные особенности разрушающих и неразрушающих методов контроля.

21. Физическая сущность ультразвуковой дефектоскопии.
22. Основные методы ультразвуковой дефектоскопии.
23. Аппаратура для ультразвуковой дефектоскопии. Основные параметры ультразвуковой дефектоскопии.
24. Основные типы искателей применяемых в ультразвуковой дефектоскопии.
25. Преимущества и недостатки ультразвуковой дефектоскопии.
26. Физическая сущность радиационной дефектоскопии.
27. Основные составляющие рентгеновских аппаратов.
28. Методы радиационной дефектоскопии.
29. Преимущества и недостатки радиационной дефектоскопии.
30. Физические основы электромагнитных методов контроля.
31. Технология радиографического контроля.
32. Основные параметры радиографического контроля.
33. Эталоны чувствительности радиографического контроля.
34. Радиографические пленки. Усиливающие металлические и флуоресцентные экраны.
35. Схемы просвечивания применяемые при радиографическом контроле.
36. Классификация электромагнитных методов контроля.
37. Сущность магнитографического метода контроля.
38. Методика проведения магнитографического метода контроля.
39. Сущность магнитопорошкового метода контроля.
40. Методика проведения магнитопорошкового метода контроля.
41. Оборудование, применяемое при магнитопорошковом методе контроля.
42. Сущность вихретокового метода контроля.
43. Физическая сущность капиллярного метода контроля.
44. Методика проведения люминесцентного метода контроля.
45. Классификация методов течеискания.
46. Методика проведения гидроиспытаний.
47. Методика проведения керосиновой пробы.
48. Пузырьковый метод контроля.
49. Технология проведения капиллярного метода контроля.
50. Газоэлектрические течеискатели.
51. Какие факторы влияют на чувствительность магнитных и электромагнитных методов контроля.
52. Перечислите схемы намагничивания, применяющиеся при магнитных методах контроля.
53. Для каких изделий применимы различные методы электромагнитного контроля.
54. В чем заключаются особенности ультразвукового контроля сварных швов различной толщины.

## Примерный перечень тем реферата

1. Радиационные методы контроля качества сварных и паяных соединений и их технологические возможности.
2. Ультразвуковой контроль сварных и паяных соединений и его технологические возможности.

3. Контроль сварных и паяных соединений с помощью персональных компьютеров.

4. Современные методы контроля герметичности.

5. Особенности применения различных методов неразрушающего контроля сварных и паяных соединений.

## Примеры тем для самостоятельного изучения

1. Виды контроля технической документации.
2. Общий и технологический контроль технической документации.
3. Метрологическая экспертиза и нормоконтроль технической документации.
4. Система технического контроля в сварочном производстве.
5. Влияние дефектов на работоспособность сварных конструкций. Типы и виды дефектов.
6. Возможности ультразвукового контроля сварных конструкций.
7. Механические методы испытаний сварных конструкций.
8. Современные методы контроля герметичности сварных конструкций.

## Темы контрольной работы

1. Классификация и типы дефектов сварных соединений.
2. Виды разрушающего контроля.
3. Виды ионизирующих излучений и источники, используемые для радиационных методов контроля.
4. Достоинства и недостатки радиационных методов контроля.
5. Физические принципы и основные методы ультразвукового контроля.
6. Сущность и область применения магнитопорошкового метода.
7. Сущность и область применения магнитографического метода.
8. Электромагнитные методы контроля (методы вихревых токов).
9. Сущность и область применения контроля течеисканием.
10. Основные методы использования и относительная чувствительность различных методов течеискания.

## Перечень лабораторных работ

| № п/п | Наименование темы | Кол-во часов |
|---|---|---|
| 1 | Визуальный контроль и металлография сварных соединений. | 1 |
| 2 | Технология проведения ультразвукового контроля сварного соединения. | 1 |
| 3 | Расшифровка радиографических снимков сварных соединений. | 2 |
| 4 | Капиллярный контроль. Принадлежности контроля. Методика контроля. | 2 |

Приложение 3

Структура и содержание дисциплины «Неразрушающие методы контроля изделий машиностроения»
по направлениям подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
(Образовательная программа «Комплексные технологические процессы и оборудование машиностроения»)
Квалификация выпускника **бакалавр**
Форма обучения **Заочная**

| № n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | ЛР | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | Рефер. | Контр. | Э | З |
| **1** | **Понятие качества промышленной продукции.** Технологические и конструктивно-эксплуатационные факторы, влияющие на качество сварных и паяных соединений. Эффективность методов контроля. Техническая применимость, производительность, безопасность применения. | | | 1 | | | 13 | | | | | | | |
| **2** | **Дефекты, уровень дефектности и выбор методов контроля.** Типы и виды дефектов (классификация). Влияние дефектов на работоспособность сварных конструкций. Оценка уровня дефектности. Разрушающие и неразрушающие методы. Особенности применения различных методов. Визуально-измерительный контроль | | | 1 | | **1** | 14 | | | | + | + | | |
| **3** | **Организация контроля в сварочном производстве** Контроль документации на стадии проектирования, технологических факторов, исходных материалов, технологии и оборудования. Контроль заготовительных и сборочных операций. | | | 1 | | | 14 | | | | | | | |
| **4** | **Радиационные методы контроля.** Физические основы радиационного метода неразрушающего контроля. Законы ослабления излучения при прохождении его через контролируемый материал. Методы преобразования радиационного изображения. Виды и источники ионизирующих излучений, используемых в дефектоскопии. Природа и свойства рентгеновского излучения. Источники рентгеновского излучения. Рентгеновские трубки с накальным катодом. Структура рентгеновской пленки. Механизм регистрации ионизирующего | | | 1 | | **1** | 14 | | | | + | + | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | излучения рентгеновской пленкой. Типы отечественных технических рентгеновских пленок. Схемы просвечивания сварных соединений рентгеновским излучением. Фронтальное просвечивание. Выбор фокусного расстояния. Схема панорамного просвечивания. Факторы, влияющие на снижения резкости видимого изображения на пленке. Способы зарядки рентгеновских кассет. Маркировка снимков. Эталоны чувствительности. Расшифровка радиографических снимков. Требования к радиографическому снимку. | | | | | | | | | | | | | |
| **5** | **Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений.** Физические основы ультразвуковой дефектоскопии. Продольные и поперечные волны, их возбуждение и распространение. Отражение волн от дефектов. Методы контроля: эхо-методы, теневой и эхо-теневой методы. Аппаратура для контроля: дефектоскопы, преобразователи, эталоны и тест-образцы, вспомогательные приспособления. Основные параметры контроля и их выбор, оценка чувствительности контроля. Намерение размеров и координат расположения дефектов. Преимущества и недостатки методов. Правила оценки дефектов соединений по результатам ультразвукового контроля. | | | 2 | | **1** | 14 | | | | + | + | | |
| **6** | **Магнитные методы контроля.** Физические основы магнитных методов контроля и области их применения. Процесс намагничивания ферромагнитных материалов. Классификация ферромагнитных материалов по их магнитным свойствам. Виды магнитных полей, применяемых при магнитном контроле. Выявление дефектов при магнитопорошковом методе контроля. Порядок проведения магнитопорошкового контроля. Чувствительность метода | | | 2 | | **1** | 14 | | | | | + | | |
| **7** | **Методы течеискания**. Назначение методов течеискания и области их применения. Перечень методов течеискания и их чувствительность. Гидравлические методы: избыточным давлением, наливом и поливом. Чувствительность и какие объекты контролируются конкретным способом. Пузырьковые методы: давлением, пневмо-гидрав- | | | 2 | | | 14 | | | | + | + | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | лический и вакуумный способы. Особенности испытаний каждым способом. Керосиновый метод. Порядок его проведения и особенности проведения испытаний при высоких температурах. | | | | | | | | | | | | | |
| **8** | **Капиллярные методы и проверка герметичности.** Назначение капиллярного контроля, физические основы и его виды. Процесс проникновения жидкости в капилляры. Возникновение капиллярного давления. Процессы извлечения пенетраната из капилляров. Чувствительность метода. Порядок проведения контроля. | | | 2 | | **2** | 14 | | | | + | | | |
| **9** | **Статистические методы контроля сварных соединений.** Принципы применения статистических методов управления качеством. Статистические показатели дефектности соединений. **Испытания на работоспособность сварных соединений.** Техника испытаний. Разновидности методов оценки выносливости. Особенности испытания сварных и паяных соединений. Расчет основных характеристик. | | | 2 | | | 13 | | | | + | | | |
| | **Итого за всё время обучения:** | | | **14** | | **6** | **124** | | | | | | | + |