Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 11.10.2023 12:19:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735885d6d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**
**Декан факультета машиностроения**

_____ /**Е. В. Сафонов** /
“ 02 ” сентября 2021г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Технология и оборудование контактной сварки

Направления подготовки:
**15.03.01 «Машиностроение»**

Профиль подготовки

**Оборудование и технология сварочного производства**

Квалификация выпускника
**бакалавр**

Форма обучения
**заочная**

Москва, 2021

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению и профилю подготовки **15.03.01 «Машиностроение», «Оборудование и технология сварочного производства».**

**Программу составил**
доцент кафедры «Оборудование
и технология сварочного производства»
доц., к.т.н. /Андреева Л. П./

**Программа утверждена на заседании кафедры** «Оборудование и технология сварочного производства»
«30» 06_ 2021 г., протокол № 13

Заведующий кафедрой «ОиТСП», /Сафонов Е.В./

Программа согласована с руководителем
образовательной программы, к.т.н., доц. /Андреева Л.П./

Программа утверждена на заседании
учебно-методической комиссии
факультета машиностроения

«01» 09 2021 г., протокол № 09-21

Председатель комиссии / Васильев А.Н./

Присвоен регистрационный номер: 15.05.01.01/01.2021/Б.1.2.13

**1. Цели освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины «Технология и оборудование контактной сварки» является:

- формирование у студентов базовых знания по технологии сварки основных конструкционных материалов и по конструкции, работе и использованию оборудования для контактной сварки.
- освоение теоретических основ формирования соединений точечной, шовной, рельефной, стыковых способов сварки;
- изучения теоретических основ, конструкции и работы типовых узлов контактных машин;
- изучение технологии сварки материалов;
- освоения контроля качества сварных соединений контактной сварки.

– формирование умения практического применения методологии выбора материалов и технологий машиностроения.

Изучение курса «Технология и оборудование контактной сварки» способствует расширению научного кругозора в области технических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий бакалавр сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

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

Дисциплина «Технология и оборудование контактной сварки» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению «Машиностроение». Дисциплина реализуется на Машиностроительном факультете кафедрой «ОиТСП».

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций выпускника, сформулированных в ФГОС.

Изучение курса основывается на знаниях, полученных при изучении базовых дисциплин и дисциплин профессионального цикла

**В базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:**

- Высшая математика
- Физика в производственных и технологических процессах

**В вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:**

- теория сварочных процессов;
- проектирование сварных конструкций;
- производство сварных конструкций;

**В вариативной части дисциплин по выбору Блока 1 «Дисциплины (модули)»:**

- контроль качества сварных соединений.

Материалы данной дисциплины используются при выполнений ВКР.

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

Согласно ФГОС по направлению «Машиностроение» применительно к дисциплине «Технология и оборудование контактной сварки» выпускник должен обладать профессиональными компетенциями

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| ПК-12 | Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств | ***знать:*** - методы разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств.<br>***уметь:*** - разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств.<br>***владеть:*** - методами разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств. |
| ПК-15 | Уметь проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования | ***знать:***<br>- методы проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования;<br>- методы организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования.<br>***уметь:***<br>- проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования;<br>- организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования.<br>***владеть:***<br>- методами проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования;<br>- методами организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования. |
| ПК-17 | Уметь выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации техноло- | ***знать:*** - основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов.<br>***уметь:*** - выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов.<br>***владеть:*** - методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов. |

| | | |
|---|---|---|
| | гического оборудования при изготовлении изделий машиностроения | |
| ПК-18 | Уметь применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий | ***знать:*** - методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.<br>***уметь:*** - применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.<br>***владеть:*** - методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. |

Студент должен **применять** полученные знания в практической деятельности.

Студент должен уметь решать следующие задачи – оценить целесообразность применения полученных знаний для применения при изготовлении конкретного изделия.

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетные единицы (216 часов).

Аудиторных занятий– 12 ч., семинарские занятия –16 ч., лабораторные работы – 6 (Приложение 2), самостоятельная работа студента – 182 ч.

Форма контроля – зачёт (7-ой семестр), экзамен (8-ой семестр).

Наличие конспектов к лекциям в письменном виде обязательно.

Структура и содержание дисциплины представлены в Приложении 3

**Содержание разделов дисциплины**

**Точечная, шовная и рельефная контактная сварка.**

Формирование соединения при точечной, шовной и рельефной сварке: схемы точечной шовной и рельефной сварки, сопротивления зоны сварки и кинетика их изменения в процессе нагрева металла, кинетика выделения тепла в зоне сварки, образование жидкого ядра и его кристаллизация. Пластическая деформация металла в зоне сварки.

Конструирование соединений по ГОСТ 15878-79. Конструктивные размеры точечного, шовного и рельефного соединений. Графическое изображение и условное обозначение отдельной точки и сварного шва.

Общие вопросы технологии точечной, шовной и рельефной сварки: подготовка поверхности деталей под сварку, сборка, сварка и послесварочные операции. Особенности сварки однородных материалов разных толщин и разнородных материалов.

**Технология точечной, шовной и рельефной сварки материалов.**

Сварка углеродистых и низколегированных сталей; высоколегированных сталей; титана и его сплавов; алюминия и его сплавов; медных сплавов.

**Стыковая контактная сварка.**

Формирование соединения при стыковой сварке сопротивлением и оплавлением: схемы способов сварки, электрические сопротивления зоны сварки и кинетика их изменения при

нагреве, кинетика выделения тепла и формирование соединения при сварке сопротивлением и оплавлением (с использованием типовых циклограмм).

Общие вопросы технологии стыковой сварки: подготовка деталей к сварке, сварка и после сварочные операции. Методы интенсификации нагрева при стыковой сварке оплавлением.

**Технология стыковой сварки материалов**

Стыковая сварка сопротивлением и оплавлением углеродистых и низколегированных сталей; высоколегированных сталей; алюминия и его сплавов.

**Электроды для контактной сварки**

Назначение, условия работы и требования к электродам и электродным материалам. Электродные материалы. Стойкость электродов.

**Общая характеристика универсальных контактных машин**

Классификация контактных машин. Основные узлы машин.

Конструкция и работа механических узлов и систем контактных машин: (приводы сжатия и вращения роликов; система охлаждения).

**Электрическая силовая часть контактных машин.**

Сварочные трансформаторы. Их основные электрические характеристики, типы, конструктивные элементы.

Вторичный контур контактной машины, его конструкция, элементы расчета и проектирования.

**Принципиальные электрические схемы контактных машин.**

Принципиальные схемы однофазной машины переменного тока, низкочастотной, конденсаторной и машины постоянного тока. Достоинства, недостатки и применение машин.

**Аппаратура управления контактными машинами.**

Назначение и требования к аппаратуре управления.

Понятия асинхронного и синхронного контактора и работа последнего при включении сварочного трансформатора.

Стабилизация теплового действия сварочного тока и модуляция сварочного тока в однофазных машинах переменного тока. Регуляторы цикла сварки (РКМ-805, РВИ-703).

**Контроль качества контактной сварки.**

Разрушающие и неразрушающие методы контроля качества. Организация контроля качества. Пассивный и активный контроль в процессе сварки.

**5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Технология и оборудование контактной сварки» 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 лабораторных работ;

- 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 успеваемо-

сти и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы: рефераты, доклады на СНТК, защиты лабораторных работ.

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

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| ПК-15 | Уметь проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования |
| ПК-12 | Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств |
| ПК-17 | Уметь выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения |
| ПК-18 | Уметь применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий |

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-15 - Уметь проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования**

| Показатель | Критерии оценивания | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **знать:**<br>- методы проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования;<br>- методы организации профилактических | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы проверки | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы проверки технического состояния и остаточного |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования. | технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования; методы организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования. | оборудования; методы организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | оборудования; методы организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | ресурса технологического оборудования; методы организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования, свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:**<br>- проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования;<br>- организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования. | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовлен проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования ия. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **владеть:**<br>- методами проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования;<br>- методами организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками: методами проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования; методами организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования | Обучающийся владеет методами проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования; методами организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методами проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования; методами организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет методами проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования; методами организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |
| **ПК-12 - Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств** | | | | |
| **знать:**<br>методы разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств. 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: методы разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств, свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:**<br>разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств. | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств. Умения освоены, | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: разрабатывать разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств. Свободно оперирует приобретенными умениями, |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** методами разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств. | Обучающийся владеет методами разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методами разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет методами разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |
| **ПК-17 - Уметь выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения** | | | | |
| **знать:** основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов. 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: основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:** выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов. | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выбирать основные и вспомогательные материалы, | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выбирать основные и вспомогательные материалы, способы | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выбирать | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выбирать основные и вспомогательные |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | способы реализации технологических процессов. | реализации технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | материалы, способы реализации технологических процессов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов. | Обучающийся владеет методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |
| **ПК-18 - Уметь применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий** | | | | |
| **знать:** методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. 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: методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, свободно оперирует приобретенными знаниями. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **уметь:**<br>применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. 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 стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:**<br>методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся владеет методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

### 6.2.1. Формы проведения контроля

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы:

- лабораторные работы,
- контрольные работы,
- сообщение по темам семинаров.;
- тестирование.

### 6.2.2. Содержание текущего контроля

Все лабораторные и 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.

#### 6.2.3. Сроки выполнения текущего контроля и критерии оценивания результатов

Лабораторные работы и 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:

1 семестр - зачёт,

2 семестр - экзамен.

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 |
|---|---|
| Лабораторные или практические работы (перечень лабораторных работ в приложении В) | Оформленные отчеты выполненных самостоятельно лабораторных или практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины, включающие все необходимые материалы (рисунки, графики, выводы и др.), изложенные в приложении В. |
| 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 промежуточной аттестации: зачет, экзамен.**

При проведении групповых лабораторных работ проводится проверка готовности студентов к их выполнению

После выполнения защита лабораторной работы и предоставлением отчета. Оценка защиты лабораторных работ учитывает качество представленных студентом отчетных материалов. Критерием оценки является:

оценка «зачтено» выставляется студенту, если все работа выполнена и защищена;

оценка «не зачтено» выставляется студенту, если не выполнена, или не защищена.

Выполнение всех лабораторных работ и их защита является допуском к итоговой аттестации.

*Критерий оценки:*

На зачёт допускается студент выполнивший и защетивший лабораторные работы.

На зачете студенту предлагаются вопросы, из которых необходимо ответить на 3.

- зачет студенту, если даны исчерпывающие ответы на все три вопроса;
- не зачет выставляется студенту, если не даны ответы на три 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. |

К экзамену допускается студент выполнивший и защетивший лабораторные работы.

**Итоговая аттестация** по дисциплине осуществляется в форме экзамена. Студенту предоставляется билет с тремя вопросами.

*Критерий оценки.*- оценка "отлично" выставляется студенту, если даны исчерпывающие ответы на все три вопроса; - оценка "хорошо" выставляется студенту, если даны исчерпывающие ответы на два вопроса и частично на третий; - оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если даны исчерпывающие ответы на один вопрос и частично на остальные два; - оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если не даны ответы на два вопроса.

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Отлично | 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, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |

| | |
|---|---|
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное 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. |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные 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. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**Примеры тем для самостоятельного изучения:**

1. Основные средства механизации и автоматизации вспомогательных операций. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)
2. Специальные приспособления, промышленные работы, роботехнические комплексы, механизированные и автоматизированные линии. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)
3. Основные требования к помещению для установки контактных машин. Монтаж машин. Аттестация и наладка машин. Эксплуатация машин. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)
4. Контактная стыковая сварка труб из низколегированных и высоколегированных сталей. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)
5. Точечная и шовная сварка сталей с подогревом. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)
6. Электрический и механический расчёт вторичного контура контактной машины. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Лабораторные работы:**

**Тема 1.** Лабораторная 1. Выбор режимов точечной сварки и исследование качества сварного соединения. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Тема 2.** Лабораторная 2. Изучение конструкции и принципа действия контактной машины МТП-1409. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Тема 3.** Лабораторная 3. Измерение сопротивления вторичного контура контактной машины постоянному току. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

Лабораторная 4. Определение электрических параметров контактной машины. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Вопросы к зачёту**

1. Контактная точечная сварка: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

2. Контактная точечная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

3. Схема, параметры режима, типы режимов и циклограммы контактной точечной сварки. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Влияние параметров режима на прочность соединения при контактной точечной сварке. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

5. Особенности формирования ядра при контактной точечной сварке разнородных однотолщинных материалов. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

6. Особенности формирования ядра при точечной сварке однородных разнолощинных материалов. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

7. Односторонняя контактная точечная сварка: схема, формирование соединения, достоинства, недостатки. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

8. Контактная шовная сварка: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

9. Контактная шовная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограммы. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

10. Контактная рельефная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограмма. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

11. Пластическая деформация металла в зоне формирования соединения при точечной, шовной и рельефной сварке. Деформации сварных узлов. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

12. Конструктивные элементы сварного соединения соединения при контактной точечной, шовной и рельефной сварке. Графическое изображения и условное обозначение сварных швов при контактной сварке. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

13. Контактная стыковая сварка сопротивлением: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

14. Контактная стыковая сварка сопротивлением: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограммы. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

15. Типы режимов, выбор параметров режима и их влияние на качество при контактной стыковой сварке сопротивлением. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

16. Контактная стыковая сварка оплавлением: схема и процессы в контакте деталь-деталь при оплавлении. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

17. Формирование соединения при контактной стыковой сварке непрерывным оплавлением с использованием циклограммы. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

18. Параметры режима контактной стыковой сварки на стадии оплавления, их выбор и влияние на качество соединения. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

19. Параметры режима контактной стыковой сварки оплавлением на стадии осадки, их выбор и влияние на качество соединения. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

20. Способы интенсификации нагрева при контактной стыковой сварке оплавлением. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Вопросы к экзамену**

**Билет 1.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Типы режимов, выбор параметров режима и их влияние на качество при контактной стыковой сварке сопротивлением.
2. Технология шовной сварки аустенитных сталей.
3. Принципиальная электрическая схема конденсаторной контактной машины, её достоинства, недостатки, применение.

**Билет 2** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Контактная рельефная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограмма.
2. Технология стыковой сварки сопротивлением аустенитных сталей.
3. Принципиальная электрическая схема контактной машины переменного тока, её достоинства, недостатки, применение.

**Билет 3** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Параметры режима контактной стыковой сварки на стадии оплавления, их выбор и влияние на качество соединения.
2. Технология точечной сварки сталей с покрытием.
3. Материалы для электродов контактных машин: состав, основные требования и характеристики, способы упрочнения, и выбор для сварки

**Билет 4** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Схема, параметры режима, типы режимов и циклограммы контактной точечной сварки.
2. Технология стыковой сварки оплавлением алюминия и его сплавов.
3. Система охлаждения контактных машин.

**Билет 5** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Контактная стыковая сварка сопротивлением: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограммы.
2. Технология шовной сварки низколегированных сталей.
3. Синхронный тиристорный контактор: схема, работа, достоинства, недостатки, применение.

**Билет 6** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Контактная стыковая сварка сопротивлением: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве.
2. Технология шовной сварки углеродистых сталей.
3. Плавное регулирование сварочного тока на контактных машинах.

**Билет 7** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Контактная стыковая сварка сопротивлением: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве.
2. Технология шовной сварки углеродистых сталей.
3. Плавное регулирование сварочного тока на контактных машинах.

**Билет 8** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Контактная точечная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима.
2. Технология стыковой сварки оплавлением аустенитных сталей.
3. Сварочные трансформаторы контактных машин: конструкция, ступенчатое регулирование сварочного тока, основные характеристики.

**Билет 9** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Особенности формирования ядра при точечной сварке однородных разнотолщинных материалов.
2. Технология шовной сварки углеродистых сталей.
3. Состав и работа пневмогидравлического привода сжатия подвесной контактной точечной машины.

**Билет 10** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Параметры режима контактной стыковой сварки оплавлением на стадии осадки, их выбор и влияние на качество соединения.
2. Технология точечной сварки аустенитных сталей.
3. Регулятор контактной сварки РВИ-703: назначение, органы управления, настройка на режим сварки.

**Билет 11.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Контактная точечная сварка: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве.

2. Технология стыковой сварки оплавлением углеродистых сталей.

3. Конструкция и электрическое сопротивление вторичного контура контактных машин.

**Билет 12.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Контактная шовная сварка: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве.

2. Технология стыковой сварки сопротивлением углеродистых сталей.

3. Принципиальная электрическая схема контактной машины с выпрямлением вторичного тока, её достоинства, недостатки применение.

**Билет 13.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Влияние параметров режима на прочность соединения при контактной точечной сварке.

2. Технология стыковой сварки сопротивлением углеродистых сталей.

3. Состав и работа приводов вращения роликов контактных шовных машин.

**Билет 14.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Формирование соединения при контактной стыковой сварке непрерывным оплавлением с использованием циклограммы.

2. Технология точечной сварки низколегированных сталей.

3. Конструкция электродов точечных , шовных и стыковых контактных машин.

**Билет 15.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Контактная шовная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограммы.

2. Технология стыковой сварки сопротивлением низколегированных сталей.

3. Принципиальная электрическая схема низкочастотной контактной машины, её достоинства, недостатки, применение.

**Билет 16** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Конструктивные элементы сварного соединения при контактной точечной, шовной и рельефной сварке. Графическое изображения и условное обозначение сварных швов при контактной сварке.

2. Технология стыковой сварки сопротивлением алюминия и его сплавов.

3. Расчёт поперечных сечений элементов вторичного контура контактной машины.

**Билет 17.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Контактная стыковая сварка оплавлением: схема и процессы в контакте деталь-деталь при оплавлении.

2. Технология точечная сварки углеродистых сталей.

3. Контроль качества контактной сварки.

**Билет 18.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Особенности формирования ядра при контактной точечной сварке разнородных однотолщинных материалов.

2. Дефекты при стыковой сварке, их причина способы устранения.

3. Состав и работа пневматического привода сжатия точечных, шовных и рельефных машин.

**Билет 19.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Пластическая деформация металла в зоне формирования соединения при точечной, шовной и рельефной сварке. Деформации сварных узлов.

2. Технология шовной сварки алюминия и его сплавов.

3. Внешние и нагрузочные характеристики контактных машин.

**Билет 20.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

1. Односторонняя контактная точечная сварка: схема, формирование соединения, достоинства, недостатки.

2. Дефекты при точечной и шовной сварке, их причины и способы устранения.
3. Классификация и маркировка контактных машин.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

**Основная литература**

1. Специальные главы технологии и оборудование контактной сварки :учеб. пособие для вузов. / Копаев Б.В., Андреева Л.П., Шашин Д.М. и др. - М.: МГИУ, 2012 Гриф УМО (78 шт.)

2. Технологические основы контактной сварки :учеб. пособие для вузов. / Копаев В.Д., Андреева Л.П., Шашин Д.М. и др. - М.: МГИУ, 2010 Гриф УМО 9(48 шт)

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. Чернышов, Г.Г. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.Г. Чернышов, Д.М. Шашин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 464 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/12938. — 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. В ауд. 2101 Лаборатории кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» оборудование и аппаратура на которой проводятся лабораторные работы

1. контактная машина МТ1614
2. машина для шовной сварки МШ2002
3. машина МС502
4. машина разрывная
5. контактная машина МТП-1409 - 4Регуляторы цикла сварки РКМ-805

**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 лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- выполнение домашних заданий по решению типичных задач и упражнений;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- научно-исследовательская работа студентов;
- 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 «Технология и оборудование контактной сварки» следует уделять на формирование у студентов базовых знания по технологии сварки основных конструкционных материалов и по конструкции, работе и использованию оборудования для контактной сварки, освоение теоретических основ формирования соединений точечной, шовной, рельефной, стыковых способов сварки.

При изучении раздела «Технология и оборудование контактной сварки» необходимо обеспечить освоение студентов сварочной специальности контроля качества сварных соединений контактной сварки, формирование умения практического применения методологии выбора материалов и технологий машиностроения.

При изучении раздела «Технология и оборудование контактной сварки» 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): «Оборудование и технология сварочного производства»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности:
(производственно-технологическая, проектно-конструкторская, научно-исследовательская)

Кафедра: Оборудование и технология сварочного производства

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

# ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## Технология и оборудование контактной сварки

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
примерный перечень вопросов для зачета
примерный перечень вопросов для экзамена
перечень лабораторных работ

**Составители:**

доц., к.т.н. Андреева Л. П.
доц., к.т.н. Латыпова Г.Р.

Москва, 2021 год

**ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Таблица 1

| **ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 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-15 | Уметь проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования | ***знать:***<br>- методы проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования;<br>- методы организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования.<br>***уметь:***<br>- проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования;<br>- организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования.<br>***владеть:***<br>- методами проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования; | лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы, | З<br>Э<br>ЛР,<br>Р | **Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам<br>**Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | - методами организации профилактических осмотров и текущих ремонтов технологических машин и оборудования. | | | |
| ПК-12 | Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств | ***знать:*** - методы разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств.<br>***уметь:*** - разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств.<br>***владеть:*** - методами разработки технологической и производственной документации с использованием современных инструментальных средств. | лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы, | З<br>Э<br>ЛР,<br>Р | **Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам<br><br>**Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении |
| ПК-17 | Уметь выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных техно- | ***знать:*** - основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов. | лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы, | З<br>Э<br>ЛР,<br>Р | **Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать про- |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | логических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения | ***уметь:*** - выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов.<br>***владеть:*** - методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов. | | | фессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам<br><br>**Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении |
| ПК-18 | Уметь применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий | ***знать:*** - методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.<br>***уметь:*** - применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы, | З<br>Э<br>ЛР,<br>Р | **Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам<br><br>**Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой работы; готовность |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ***владеть:*** - методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | | | решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении |

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

Приложение 2

**Перечень оценочных средств по дисциплине**
**«Технология и оборудование контактной сварки»**

| № 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 по зачету |
| 2 | Устный опрос (Э –экзамен) | Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала | Вопросы по экзамену |
| 3 | 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 |
| 4 | Лабораторные работы (ЛР) | Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов | Перечень лабораторных работ и их оснащение; журнал лабораторных работ |

**Примеры тем рефератов и докладов:**

1. Основные средства механизации и автоматизации вспомогательных операций. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

2. Специальные приспособления, промышленные работы, роботехнические комплексы, механизированные и автоматизированные линии. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

3. Основные требования к помещению для установки контактных машин. Монтаж машин. Аттестация и наладка машин. Эксплуатация машин. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Контактная стыковая сварка труб из низколегированных и высоколегированных сталей. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

5. Точечная и шовная сварка сталей с подогревом. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

6. Электрический и механический расчёт вторичного контура контактной машины. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Вопросы к зачёту**

1. Контактная точечная сварка: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

2. Контактная точечная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

3. Схема, параметры режима, типы режимов и циклограммы контактной точечной сварки. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Влияние параметров режима на прочность соединения при контактной точечной сварке. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

5. Особенности формирования ядра при контактной точечной сварке разнородных однотолщинных материалов. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

6. Особенности формирования ядра при точечной сварке однородных разнолощинных материалов. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

7. Односторонняя контактная точечная сварка: схема, формирование соединения, достоинства, недостатки. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

8. Контактная шовная сварка: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

9. Контактная шовная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограммы. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

10. Контактная рельефная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограмма. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

11. Пластическая деформация металла в зоне формирования соединения при точечной, шовной и рельефной сварке. Деформации сварных узлов. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

12. Конструктивные элементы сварного соединения соединения при контактной точечной, шовной и рельефной сварке. Графическое изображения и условное обозначение сварных швов при контактной сварке. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

13. Контактная стыковая сварка сопротивлением: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

14. Контактная стыковая сварка сопротивлением: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограммы. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

15. Типы режимов, выбор параметров режима и их влияние на качество при контактной стыковой сварке сопротивлением. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

16. Контактная стыковая сварка оплавлением: схема и процессы в контакте деталь-деталь при оплавлении. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

17. Формирование соединения при контактной стыковой сварке непрерывным оплавлением с использованием циклограммы. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

18. Параметры режима контактной стыковой сварки на стадии оплавления, их выбор и влияние на качество соединения. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

19. Параметры режима контактной стыковой сварки оплавлением на стадии осадки, их выбор и влияние на качество соединения. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

20. Способы интенсификации нагрева при контактной стыковой сварке оплавлением. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Вопросы к зачету, экзамену**

**Билет 1.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Типы режимов, выбор параметров режима и их влияние на качество при контактной стыковой сварке сопротивлением.
5. Технология шовной сварки аустенитных сталей.
6. Принципиальная электрическая схема конденсаторной контактной машины, её достоинства, недостатки, применение.

**Билет 2** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Контактная рельефная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограмма.
5. Технология стыковой сварки сопротивлением аустенитных сталей.
6. Принципиальная электрическая схема контактной машины переменного тока, её достоинства, недостатки, применение.

**Билет 3** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Параметры режима контактной стыковой сварки на стадии оплавления, их выбор и влияние на качество соединения.
5. Технология точечной сварки сталей с покрытием.
6. Материалы для электродов контактных машин: состав, основные требования и характеристики, способы упрочнения, и выбор для сварки

**Билет 4** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Схема, параметры режима, типы режимов и циклограммы контактной точечной сварки.
5. Технология стыковой сварки оплавлением алюминия и его сплавов.
6. Система охлаждения контактных машин.

**Билет 5** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Контактная стыковая сварка сопротивлением: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограммы.
5. Технология шовной сварки низколегированных сталей.
6. Синхронный тиристорный контактор: схема, работа, достоинства, недостатки, применение.

**Билет 6** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Контактная стыковая сварка сопротивлением: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве.
5. Технология шовной сварки углеродистых сталей.
6. Плавное регулирование сварочного тока на контактных машинах.

**Билет 7** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Контактная стыковая сварка сопротивлением: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве.
5. Технология шовной сварки углеродистых сталей.
6. Плавное регулирование сварочного тока на контактных машинах.

**Билет 8** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Контактная точечная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима.
5. Технология стыковой сварки оплавлением аустенитных сталей.
6. Сварочные трансформаторы контактных машин: конструкция, ступенчатое регулирование сварочного тока, основные характеристики.

**Билет 9** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Особенности формирования ядра при точечной сварке однородных разнотолщинных материалов.

5. Технология шовной сварки углеродистых сталей.

6. Состав и работа пневмогидравлического привода сжатия подвесной контактной точечной машины.

**Билет 10** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Параметры режима контактной стыковой сварки оплавлением на стадии осадки, их выбор и влияние на качество соединения.

5. Технология точечной сварки аустенитных сталей.

6. Регулятор контактной сварки РВИ-703: назначение, органы управления, настройка на режим сварки.

**Билет 11.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Контактная точечная сварка: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве.

5. Технология стыковой сварки оплавлением углеродистых сталей.

6. Конструкция и электрическое сопротивление вторичного контура контактных машин.

**Билет 12.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Контактная шовная сварка: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве.

5. Технология стыковой сварки сопротивлением углеродистых сталей.

6. Принципиальная электрическая схема контактной машины с выпрямлением вторичного тока, её достоинства, недостатки применение.

**Билет 13.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Влияние параметров режима на прочность соединения при контактной точечной сварке.

5. Технология стыковой сварки сопротивлением углеродистых сталей.

6. Состав и работа приводов вращения роликов контактных шовных машин.

**Билет 14.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Формирование соединения при контактной стыковой сварке непрерывным оплавлением с использованием циклограммы.

5. Технология точечной сварки низколегированных сталей.

6. Конструкция электродов точечных , шовных и стыковых контактных машин.

**Билет 15.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Контактная шовная сварка: схема, формирование соединения, параметры режима, циклограммы.

5. Технология стыковой сварки сопротивлением низколегированных сталей.

6. Принципиальная электрическая схема низкочастотной контактной машины, её достоинства, недостатки, применение.

**Билет 16** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Конструктивные элементы сварного соединения при контактной точечной, шовной и рельефной сварке. Графическое изображения и условное обозначение сварных швов при контактной сварке.

5. Технология стыковой сварки сопротивлением алюминия и его сплавов.

6. Расчёт поперечных сечений элементов вторичного контура контактной машины.

**Билет 17.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Контактная стыковая сварка оплавлением: схема и процессы в контакте деталь-деталь при оплавлении.

5. Технология точечная сварки углеродистых сталей.

6. Контроль качества контактной сварки.

**Билет 18.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Особенности формирования ядра при контактной точечной сварке разнородных однотолщинных материалов.

5. Дефекты при стыковой сварке, их причина  способы устранения.

6. Состав и работа пневматического привода сжатия точечных, шовных и рельефных машин.

**Билет 19.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Пластическая деформация металла в зоне формирования соединения при точечной, шовной и рельефной сварке. Деформации сварных узлов.

5. Технология шовной сварки алюминия и его сплавов.

6. Внешние и нагрузочные характеристики контактных машин.

**Билет 20.** (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

4. Односторонняя контактная точечная сварка: схема, формирование соединения, достоинства, недостатки.

5. Дефекты при точечной и шовной сварке, их причины и способы устранения.

6. Классификация и маркировка контактных машин.

## Практические занятия (семинары)

**Тема 1.** Конструирование узлов и подготовка деталей к точечной, шовной и рельефной сварки. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Тема 2.** Типы режимов, основные параметры режимов, циклограммы процессов сварки. Выбор параметров режимов сварки и их влияние на качество соединения. Причины дефектов и способы их устранения. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Тема 3.** Основные параметры режима стыковой сварки (оплавление и сопротивлением) и их влияние на качество соединения. Причины дефектов и способы их устранения. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Тема 4.** Конструирование и подготовка деталей для стыковой сварки. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Тема 5.** Конструкция электродов для точечной, шовной, рельефной т стыковой сварки. Выбор электродного материала в зависимости от свариваемого. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

**Тема 7.** Внешние и нагрузочные характеристики контактных машин и их влияние на процесс сварки.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Машиностроения

Кафедра «Оборудование и технологии сварочного производства»

Образовательная программа 15.03.01 "Машиностроение",
профиль: "Оборудование и технология сварочного производства"
Курс ____ , семестр ____

Экзамен по дисциплине: «Технология и оборудование контактной сварки»

**Билет № 3**

1. Параметры режима контактной стыковой сварки на стадии оплавления, их выбор и влияние на качество соединения.
2. Технология точечной сварки сталей с покрытием.
3. Материалы для электродов контактных машин: состав, основные требования и характеристики, способы упрочнения, и выбор для сварки

Утверждено на заседании кафедры "ОиТСП"
____ _____ 201__ г., протокол №
Заведующий кафедрой Р.А. Латыпов

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Машиностроения

Кафедра «Оборудование и технологии сварочного производства»

Образовательная программа 15.03.01 "Машиностроение",
профиль: "Оборудование и технология сварочного производства"
Курс ____ , семестр ____

Экзамен по дисциплине: «Технология и оборудование контактной сварки»

**Билет № 6**

1. Контактная стыковая сварка сопротивлением: схема, сопротивления зоны сварки и их изменение при нагреве.
2. Технология шовной сварки углеродистых сталей.
3. Плавное регулирование сварочного тока на контактных машинах.

Утверждено на заседании кафедры "ОиТСП"
____ _____ 201__ г., протокол №
Заведующий кафедрой Р.А. Латыпов

Приложение 2.

Тематика лабораторных по дисциплине
«**Технология и оборудование контактной сварки**»
Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**
Профиль подготовки
**Оборудование и технология сварочного производства**
(бакалавр)
очная форма обучения

**Тема 1.** Лабораторная 1. Выбор режимов точечной сварки и исследование качества сварного соединения. – 4 час. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

Оснащение:
контактная машина МТ1614
машина для шовной сварки МШ2002
машина МС502
машина разрывная
контактная машина МТП-1409 - 4Регуляторы цикла сварки РКМ-805

**Тема 2.** Лабораторная 2. Изучение конструкции и принципа действия контактной машины МТП-1409. – 5 час. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

Оснащение:
контактная машина МТ1614
машина для шовной сварки МШ2002
машина МС502
машина разрывная
контактная машина МТП-1409 - 4Регуляторы цикла сварки РКМ-805

**Тема 3.** Лабораторная 3. Измерение сопротивления вторичного контура контактной машины постоянному току. – 5 час. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

Оснащение:
контактная машина МТ1614
машина для шовной сварки МШ2002
машина МС502
машина разрывная
контактная машина МТП-1409 - 4Регуляторы цикла сварки РКМ-805

Лабораторная 4. Определение электрических параметров контактной машины. – 4 час. (ПК-12, ПК-15, ПК-17, ПК-18)

Оснащение:
контактная машина МТ1614
машина для шовной сварки МШ2002
машина МС502
машина разрывная
контактная машина МТП-1409 - 4Регуляторы цикла сварки РКМ-805

Составители:
Доц., к.т.н. Андреева Л. П.
Доц., к.т.н. Латыпова Г.Р.

Приложение 3

Структура и содержание дисциплины «Технология и оборудование контактной сварки»
по направлениям подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
(Образовательная программа «Оборудование и технология сварочного производства»)
Квалификация выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**заочная**

| Раздел дисциплины | семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Л | П/С | Лаб. | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Рефер. | К.Р. | Э | З |
| 1. Точечная, шовная и рельефная контактная сварка. | | | | | | | | | | | + | | | |
| 2. Технология точечной, шовной и рельефной сварки материалов. | | | | | | | | | | | + | | | |
| 3. Стыковая контактная сварка. | | | | | | | | | | | + | | | |
| 4. Технология стыковой сварки материалов | | | | | | | | | | | + | | | |
| 5. Электроды для контактной сварки | | | | | | | | | | | + | | | |
| 6. Общая характеристика универсальных контактных машин | | | | | | | | | | | + | | | |
| 7. Электрическая силовая часть контактных машин | | | | | | | | | | | + | | | |
| 8. Принципиальные электрические схемы контактных машин | | | | | | | | | | | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9. Аппаратура управления контактными машинами | | | | | | | | | | | + | | | |
| 10. Контроль качества контактной сварки. | | | | | | | | | | | + | | | |
| Итого | | | 12 | 16 | 6 | 182 | | | | | + | | * | * |