

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

«Луганский государственный университет  
имени Владимира Даля»  
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»)

Северодонецкий технологический институт (филиал)

Кафедра машиностроения и строительства

УТВЕРЖДАЮ:

Врио. директора СТИ (филиал)  
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»

Ю.В. Бородач

(подпись)

«26»

2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология и оборудование сварки давлением»

По направлениям подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
профиль «Технологическое оборудование и организация производства в  
отрасли»

Северодонецк - 2024

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Технология и оборудование сварки давлением» по направлениям подготовки 15.03.01 Машиностроение профиль «Технологическое оборудование и организация производства в отрасли». - 22 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Технология и оборудование сварки давлением» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09 августа 2021 г. № 727).

СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):

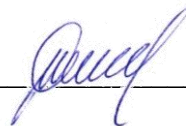
Доцент, к.т.н.



А.В. Сумец

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры машиностроения и строительства «\_02\_» \_\_09\_\_ 20\_24\_ г., протокол № \_1\_\_.

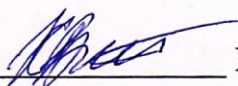
Заведующий кафедрой машиностроения и строительства \_\_\_\_\_ С.В. Шабрацкий



Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «\_16\_» \_\_09\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_1\_\_.

Председатель учебно-методической комиссии  
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»



Ю.В. Бородач

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины - обеспечить освоение студентом способов сварки давлением, технику и технологию сварки давлением деталей разной конфигурации и назначения из разных конструкционных материалов.

Задачи:

- изучение современных средств сварки давлением и соответствующего оборудования;
- обретение опыта в выборе способа сварки давлением и проектирование технологии и оборудования для сварки давлением;
- научиться определять (рассчитывать) основные параметры режима сварки давлением.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Технология и оборудование сварки давлением» относится к вариативной части профессионального цикла. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач; основные понятия и методы решения оптимизационных задач; основные направления развития современной науки и техники, умения выполнять расчеты с применением современных технических средств; использовать физико -математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, навыки систематизации информации.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                      | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Перечень планируемых результатов                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4 Способен осуществлять контроль соблюдения основных параметров сварочного производства и обеспечивать требования технологического процесса для достижения качества выпускаемых изделий; методы и средства испытаний и контроля качества изделий машиностроения. | ПК-4.1. Знать: требования нормативов времени сварочных работ, расхода свариваемых и сварочных материалов;<br>ПК-4.2 Уметь: анализировать причины основных видов дефектов сварных соединений и предлагает корректирующие мероприятия по их устранению;<br>ПК-4.3 Владеть: методами определений основных технических характеристик сварочного оборудования и проводит верификацию | Знать: основные положения и понятия сварки давлением; методы контроля качества изделий; методы исправления дефектных изделий; основные и вспомогательные материалы для различных способов сварки давлением; построение и принципы работы оборудования для сварки давлением. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Уметь: оценить соответствие качества сварного соединения полученной с помощью сварки давлением техническим требованиям; назначить основные и вспомогательные материалы в случае необходимости для                                                                           |

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)                                   | Перечень планируемых результатов                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | исполнительной документации испытательных лабораторий по контролю качества сварных конструкций. | сварки давлением; выбрать типичное оборудование и назначать его для сварки давлением в зависимости от избранных режимов, выбрать прототип аппарата или установки для сварки давлением при отсутствии типичного, разработать функциональные (структурные) схемы соответствующих установок. |
|                                |                                                                                                 | Владеть: навыками логико-инструментарием для решения задач оценки качества сварного соединения; информацией о прогрессивном технологическом оборудовании для определения адекватных способов и методов решения задач.                                                                     |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                                                        | Объем часов (зач. ед.)    |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                                                                           | Очная форма               | Заочная форма             |
| <b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>                                                     | <b>144</b><br>(4 зач. ед) | <b>144</b><br>(4 зач. ед) |
| <b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:</b>                      | <b>68</b>                 | <b>8</b>                  |
| Лекции                                                                                    | 51                        | 6                         |
| Семинарские занятия                                                                       | -                         | -                         |
| Практические занятия                                                                      | -                         | -                         |
| Лабораторные работы                                                                       | 17                        | 2                         |
| Курсовая работа (курсовой проект)                                                         | -                         | -                         |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графическая работа) | 18                        | 18                        |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>                                            | <b>76</b>                 | <b>136</b>                |
| Форма аттестации                                                                          | экзамен                   | экзамен                   |

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

###### Тема 1. Технология точечной, рельефной и шовной контактной сварки

Контактная сварка и ее разновидности. Основные способы контактной сварки, схемы их реализации и принципы формирования сварных соединений. Этапы формирования соединений при контактной сварке.

Нагревание металла при контактной сварке. Электрические сопротивление при

сварке. Характер изменения сопротивления при сварке.

Нагревание при стыковой сварке. Связь электрического и тепловых полей при сварке. Роль контактных сопротивлений. Распределение плотности тока. Эффект шунтирования тока и его влияние на качество сварных соединений. Шунтирование тока при точечной и шовной сварке. Шунтирование при односторонней сварке.

Удаление окислительных пленок при сварке сопротивлением, оплавлением, точечной (рельефной) и шовной сварки. Силы, которые действуют на жидкий металл ядра и их роль в процессе перемешивания.

Технология контактной точечной сварки деталей одинаковой толщины. Сварка деталей малой толщины и большой толщины. Сварка деталей неравной толщины. Жесткие и мягкие режимы сварки. Условия образования сварного шва при сварке разнородных металлов. Точечная сварка разнородных металлов. Кристаллизация и свойства литого ядра при сварке разнородных металлов.

Дефекты сварных соединений и причины их образование. Классификация сварочных дефектов. Непровары при точечной сварке. Причины их образования и методы предотвращения. Выплески при точечной (рельефной) и шовной сварке. Причины образования и методы предотвращения. Трещины, рыхлости и усадочные раковины. Причины образования. Изменения структуры и свойств сварочного соединения.

Процессы массопереноса и их влияние на качество сварных соединений. Методы борьбы с массопереносом. Принципы выбора режимов контактной сварки. Понятие оптимального режима. Свариваемость разных конструкционных материалов.

Выбор режимов сварки разных материалов. Основные характеристики цикла сварки. Циклограммы процесса сварки. Типичные технологические процессы точечной, шовной, стыковой сварки сопротивлением и стыковой сварки оплавлением

Контактная стыковая сварка сопротивлением и оплавлением

Нагревание металла при стыковой сварке сопротивлением. Эффективность нагревания деталей.

Нагревание металла при стыковой сварке оплавлением. Силы, которые действуют на перемычки жидкого металла при сварке оплавлением. Взаимодействие тока в перемычке с магнитным полем сварочного контура.

Условие непрерывного оплавления. Стойкость процесса оплавления. Метод импульсного оплавления. Использование предварительного подогрева.

Тема 2. Механическая часть машин контактной сварки

Функциональные схемы основных типов машин для контактной сварки. Классификация оборудования. Функции, выполняемые отдельными элементами машин контактной сварки. Основные требования, которые предъявляются к оборудованию. Машины с пневматическим и гидравлическим приводом. Схема водного охлаждения. Жесткость несущих элементов. Регулирование линейной скорости сварки в приводах роликовых машин.

Машина для точечной сварки. Пневматические приводы сжатия электродов. Пневмо- и гидропреобразователи. Гидравлические поршневые приводы. Технические характеристики однофазных машин для точечной сварки с радиальным ходом верхнего электрода.

Клещи с пневматическим приводом и подвесным трансформатором. Трансформаторы для многоэлектродных машин. Машины для рельефной сварки.

Машины для шовной сварки. Электродные головки для шовной сварки. Технические характеристики однофазных машин для шовной сварки. Машины для стыковой сварки. Классификация и схемы зажимных устройств.

### Тема 3. Электрическая часть машин контактной сварки

Электрические характеристики машин контактной сварки. Схемы регулирования напряжения холостого хода. Трансформаторы для контактной сварки. Первичные обмотки. Схемы функционирования первичных обмоток трансформаторов. Регулирование сварочного тока. Пневматическая и гидравлическая аппаратура. Влаготделители и распылители.

Аппаратура управления. Включение и регулирование тока. Тиристорные контакторы. Устройства для управления циклом сварки контактных машин. Регулирование цикла сварки. Синхронные прерыватели. Аппаратура машин конденсаторной сварки. Аппаратура машин для сварки постоянным током. Схемы управления тиристорами. Корректирование работы автоматической системы стабилизации. Контроль параметров режима. Управление процессом сварки.

Тема 4. Сущность способов, главные параметры и области применения специальных способов сварки

4.1. Холодная сварка. Схемы реализации холодной сварки усилиями, нормальными к поверхности соединения. Степень пластической деформации. Влияние глубины вжатия пуансона на степень растекания в плоскости соединения. Влияние относительной меры вдавливания пуансона на прочность соединения. Условия общей пластической деформации материалов. Связь с качеством соединения. Низкотемпературный механизм возвращения, и релаксации напряжений. Объемное взаимодействие материалов. Механизм удаления окислительных пленок. Дефекты, которые наблюдаются при холодной сварке. Причины их образование и методы борьбы. Основные технологические операции. Параметры режима сварки. Выбор и назначение. Типичный технологический процесс сварки. Методы обеспечения качества. Оборудование для холодной сварки. Классификация.

4.2. Сварка взрывом. Сущность образа. Области применения. Принципиальная схема процесса сварки. Схема распространения детонационной волны. Механизм образования металлических связей. Пластическая деформация и нагревания металла. Объемная диффузия. Соединение разнородных металлов и сплавов. Параметры режима сварки. Выбор типа взрывного вещества. Условие образования прочного соединения.

Микронеоднородности сварных соединений. Размеры областей с физической и химической микронеоднородности. Распределение твердости по поперечному сечению сварных соединений. Зависимость прочности соединений от параметров режима сварки. Влияние исходного состояния сварочных материалов. Сварка однородных и разнородных материалов. Требования к механической обработке контактирующих поверхностей. Образование сварочных дефектов и методы их предупреждения. Технологические схемы сварки соединений разных типов. Выбор взрывных веществ. Насыпные взрывчатые вещества и их свойства. Примеры применения способа.

4.3. Ультразвуковая сварка (УЗС). Использование ультразвука в промышленности (очистка поверхностей, обработка расплавов). Ультразвук, как источник энергии для создания точечных и шовных соединений. Преимущества УЗС

в сравнении с контактной и холодной сваркой изготовления изделий микроэлектроники. Сварка пластмасс. Схема образования неразъемного соединения. Передача колебаний в зону сварки. Диапазон частот колебаний. Схема установки для УЗС. Состав колебательной системы. Схема установки для роликовой сварки ультразвуком. Магнитострикционные материалы. Трансформаторы упругих колебаний. Питание электромеханических преобразователей. Стадии образования сварочного соединения. Образование общих зерен при сварке. Параметры режима сварки. Тепловые процессы при сварке. Тепловыделение на отдельных участках соединения. Предварительный подогрев изделия. Прочность точечных и шовных соединений. Зависимость прочности соединения от продолжительности пропуска колебаний и сварки на точку. Прочность соединений при шовной сварке. Материалы, которые хорошо свариваются ультразвуком. Сварка тугоплавких металлов. Преимущества УЗС. Дефекты сварных соединений. Методы обеспечения качества. Типичный технологический процесс сварки. Примеры выполнения сварочных соединений. Оборудование для УЗС. Механические колебания системы, используемые в машинах для точечной, шовной сварки и сварка пластмасс. Электромеханические преобразователи. Схемы расположения обмоток возбуждения и подмагничивание. Конструктивное оформление сварочных наконечников. Расчеты элементов колебательной системы. Схемы получения и передачи в зону сварки усилия. Регулирование тока подмагничивания и продолжительности пропуска колебаний. Машины для точечной и шовной УЗС. Машины для сварки пластмасс. Технические характеристики машин.

4.4. Сварка трением. Основная схема процесса сварки. Превращение энергии в зоне сварки. Условия образования качественного соединения. Осадка при сварке. Основные параметры режима. Режимы сварки трением заготовок из стали. Преимущества и недостатки способа. Области рационального применения. Производительность. Энергетические показатели процесса. Независимость качества сварных соединений от чистоты их поверхности. Типы соединений, выполняемых сваркой трением. Особенности образования соединения. Качественная картина процессов, которые происходят в стыке при сварке. Нагревание металла в процессе сварки. Пластическая диффузия металла в микрообъемах. Сварочные материалы и размеры поперечных сечений. Сварка разнородных материалов. Прочностные свойства соединений. Примеры сварных конструкций. Дефекты, которые возникают при сварке. Методы обеспечения качества. Типичный технологический процесс сварки. Принципиальная кинематическая схема машины для сварки трением. Разновидности сварки трением и оборудование для сварки. Сварка двух деталей с помощью третьего тела. Одновременная сварка трех заготовок. Вибрационная сварка. Основные элементы и узлы машин для сварки трением. Устройства торможения. Устройства для торцевания заготовок, удаление грата, регулирование соосности, автоматизация загрузки заготовок и снятия готовых изделий. Возможные циклограммы процесса сварки. Приводы машин для сварки трением. Зажимные устройства. Технические характеристики машин.

4.5. Диффузионная сварка. Особенности способа диффузионной сварки. Схема образования сварочного соединения. Основные параметры режима сварки. Требования к наличию вакуума и по состоянию поверхностей изделий. Отличия в подготовке поверхностей твердых и мягких материалов. Образу управления

процессом сварки. Характер изменения остаточного давления в рабочей камере. Параметры режима охлаждения изделия в камере. Влияние способа подготовки поверхностей на прочность соединений. Рекомендованные методы очищения сварочных поверхностей. Влияние температуры и давления при сварке на качестве соединения. Дефекты, которые наблюдаются при диффузионной сварке. Методы обеспечения качества. Технология диффузионной сварки. Основные операции. Выбор параметров режима. Типичный технологический процесс сварки. Преимущества и недостатки диффузионной сварки. Области рационального применения. Конструкция установок для диффузионной сварки. Многокамерные установки. Способы создания сварочных усилий. Методы нагрева заготовок. Установки с низким, средним и высоким вакуумом. Управление установками для сварки. Установки общего применения. Технические характеристики универсальных установок.

4.6. Высокочастотная сварка. Особенности способа и схема его реализации. Сущность поверхностного эффекта и эффекта близости. Особенности высокочастотного нагрева металла. Диапазон используемых частот. Устройство индуктора. Дополнительная защита металла в зоне сварки. Скорость нагрева и охлаждение. Образование дефектов при сварке. Методы обеспечения качества. Элементы установок для высокочастотной сварки. Выбор параметров режима. Трансформаторы для сварки. Высокочастотная сварка котельных труб. Изготовление стальных и алюминиевых труб малого и среднего диаметра. Станки для сварки труб. Сварка с использованием внутренних индукторов.

Тема 5. Техника безопасности при сварке давлением. Правила эксплуатации оборудования. Требования к персоналу.

#### 4.3. Лекции

| № п/п         | Название темы                                                                                 | Объем часов |               |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
|               |                                                                                               | Очная форма | Заочная форма |
| 1             | Тема 1. Технология точечной, рельефной и шовной контактной сварки                             | 10          | 2             |
| 2             | Тема 2. Механическая часть машин контактной сварки                                            | 4           | 2             |
| 3             | Тема 3. Электрическая часть машин контактной сварки                                           | 4           |               |
| 4             | Тема 4. Сущность способов, главные параметры и области применения специальных способов сварки | 4           |               |
|               | 4.1. Холодная сварка                                                                          |             |               |
|               | 4.2. Сварка взрывом                                                                           | 6           |               |
|               | 4.3. Ультразвуковая сварка                                                                    | 6           |               |
|               | 4.4. Сварка трением                                                                           | 4           |               |
|               | 4.5. Диффузионная сварка                                                                      | 5           |               |
|               | 4.6. Высокочастотная сварка                                                                   | 6           | -             |
| 5             | Тема 5. Техника безопасности при сварке давлением                                             | 2           | -             |
| <b>Итого:</b> |                                                                                               | 51          | 6             |

#### 4.4. Лабораторные работы

| №<br>п/п      | Название темы                                                                                                    | Объем часов    |                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|
|               |                                                                                                                  | Очная<br>форма | Заочная<br>форма |
| 1             | Определение влияния различных факторов на сопротивление электрических контактов                                  | 4              | -                |
| 2             | Влияние параметров режима точечной сварки на формирование литого ядра                                            |                | -                |
| 3             | Влияние параметров режима шовной сварки на формирование сварочного шва                                           | 2              | -                |
| 4             | Исследование перемещения электродов при точечной сварке                                                          | 3              | -                |
| 5             | Изучение принципа работы конденсаторных точечных машин                                                           |                | -                |
| 6             | Автоматическое управление сварочным циклом контактных машин                                                      | 2              | -                |
| 7             | Изучение конструкции контактной точечной машины МТ- 604 и определение активного сопротивления вторичного контура | 2              |                  |
| 8             | Изучение конструкции и принципа действия пневматического привода сжатия контактной точечной машины МТ-1614       | 2              |                  |
| 9             | Изучение конструкции шовной машины                                                                               | 2              | 2                |
| <b>Итого:</b> |                                                                                                                  | 17             | 2                |

#### 4.5. Самостоятельная работа студентов

| №<br>п/п | Название темы                                                                                                   | Вид СРС                                             | Объем часов    |                  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|------------------|
|          |                                                                                                                 |                                                     | Очная<br>форма | Заочная<br>форма |
| 1        | Определение влияния различных факторов на сопротивление электрических контактов                                 | Подготовка к<br><br>защите<br>лабораторных<br>работ | 6              | 17               |
| 2        | Влияние параметров режима точечной сварки на формирование литого ядра                                           |                                                     | 6              | 17               |
| 3        | Влияние параметров режима шовной сварки на формирование сварочного шва                                          |                                                     | 6              | 12               |
| 4        | Исследование перемещения электродов при точечной сварке                                                         |                                                     | 6              | 12               |
| 5        | Изучение принципа работы конденсаторных точечных машин                                                          |                                                     | 6              | 12               |
| 6        | Автоматическое управление сварочным циклом контактных машин                                                     |                                                     | 7              | 12               |
| 7        | Изучение конструкции контактной точечной машины МТ-604 и определение активного сопротивления вторичного контура |                                                     | 7              | 12               |
| 8        | Изучение конструкции и принципа действия пневматического привода сжатия контактной точечной машины МТ-1614      |                                                     | 7              | 12               |
| 9        | Изучение конструкции шовной машины                                                                              |                                                     | 7              | 12               |
| 10       | Описание материала и определение его свариваемости                                                              | Выполнение<br><br>индивидуального<br>задания        | 2              | 2                |
| 11       | Выбор циклограммы процесса сварки                                                                               |                                                     | 1              | 1                |
| 12       | Расчет режима контактной точечной сварки                                                                        |                                                     | 5              | 5                |
| 13       | Расчет режима шовной сварки                                                                                     |                                                     | 5              | 5                |
| 14       | Расчет и конструирование контура машины для контактной точечной сварки                                          |                                                     | 5              | 5                |
| Итого:   |                                                                                                                 |                                                     | 76             | 136              |

#### 4.6. Индивидуальное задание

Целью расчетного индивидуального задания является расчет параметров режима контактной точечной сварки и проектирование вторичного контура сварочной машины. Обязательным результатом должны быть циклограммы режима сварки и эскиз вторичного контура машины с указанием размеров, для заданных исходных данных.

Исходными данными являются материал, толщина свариваемых листов (сварка однородного металла равной толщины), расстояние между точками в сварном соединении, продолжительность включения для проектируемого режима, раствор консолей и вылет электрода.

Содержание индивидуального задания:

1. Описание материала и определение его свариваемости;

2. Назначение геометрических характеристик сварного соединения и выбор циклограммы процесса сварки;
3. Расчет режима контактной точечной сварки;
4. Расчет режима шовной сварки;
5. Расчет и конструирование контура машины для контактной точечной сварки.

#### 5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно -иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно -коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: самостоятельная работа и технология развивающего обучения.

#### 6. Учебно-методическое и программно -информационное обеспечение дисциплины:

##### а) основная литература:

1. Технология и оборудование контактной сварки / Б. Д. Орлов, А. А. Чекалов, Ю. В. Дмитриев. Под общ. ред. Б. Д. Орлова. - М.: Машиностроение, 1986.- 352с. <http://biblio.dahluniver.ru/>
2. Гельман А. С. Основы сварки давлением. - М.: Машиностроение, 1970. - 312с. <http://biblio.dahluniver.ru/>
3. Кочергин К. А. Сварка давлением. - М.: Машиностроение, 1983. - 216с. <http://biblio.dahluniver.ru/>
4. Глебов Л. В., Пескарев М. А., Файгенбаум Д. С. Расчет и конструирование машин контактной сварки.- Л.: Энергоиздат, 1981- 424с. <http://biblio.dahluniver.ru/>

##### б) дополнительная литература:

1. Хренов К. К. Холодная сварка металлов. М. Машпром, 1972.-176с. <http://biblio.dahluniver.ru/>
2. Вавилов А. Ф., Воинов В. П. Сварка трением. М. Машиностроение. 1964.- 154с. <http://biblio.dahluniver.ru/>
3. Казаков Н. Ф., Жуков В. В. Оборудование диффузионной сварки. М. Машиностроение. 1973. - 236с. <http://biblio.dahluniver.ru/>
4. Николаев Г. А., Ольшанский Г. А. Специальные методы сварки. - М.: Машиностроение, 1975. - 231с. <http://biblio.dahluniver.ru/>
5. Патон Б. Е., Лебедев В. К. Электрооборудование для контактной сварки.- М.: Машиностроение, 1989. - 440с. <http://biblio.dahluniver.ru/>

в) электронные библиотечные системы и ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» - <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
2. Научная библиотека имени А. Н. Коняева - <http://biblio.dahluniver.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» - <http://www.studmed.ru>

#### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Технология и оборудование сварки давлением» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: демонстрационный материал; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия: оборудование в лаборатории кафедры «ОМДиС»: машина сварочная тип МС-403 УХЛ 4; машина подвесная для контактной сварки тип КТ 801; машина для односторонней двух точечной сварки тип КТ 264 У4; машина, точечной сварки МТ -604 УХЛ 4; машина точечной сварки МТ - 1614 УХЛ 4; машина сварочная стыковая тип МШ-1601 У4.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

#### Программное обеспечение:

| Функциональное назначение | Бесплатное программное обеспечение | Ссылки                                                                                                                                                                       |
|---------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Офисный пакет             | Libre Office 6.3.1                 | <a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a> |
| Операционная система      | UBUNTU 19.04                       | <a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>                                |
| Браузер                   | FirefoxMozilla                     | <a href="https://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">https://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>                                                                                    |
| Браузер                   | Opera                              | <a href="https://www.opera.com">https://www.opera.com</a>                                                                                                                    |
| Почтовый                  | MozillaThunderbird                 | <a href="https://www.mozilla.org/ru/thunderbird">https://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>                                                                                  |

| Функциональное назначение | Бесплатное программное обеспечение    | Ссылки                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| клиент                    |                                       |                                                                                                                                                                                                                                           |
| Файл-менеджер             | FarManager                            | <a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>                                                                                                                                               |
| Архиватор                 | 7Zip                                  | <a href="http://www.7-zip.org">http://www.7-zip.org</a>                                                                                                                                                                                   |
| Графический редактор      | GIMP (GNU Image Manipulation Program) | <a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a><br><a href="http://gimD.ru/viewDage.DhD7Dage id=8">http://gimD.ru/viewDage.DhD7Dage id=8</a><br><a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a> |
| Редактор PDF              | PDFCreator                            | <a href="http://www.Ddfforge.org/pdfcreator">http://www.Ddfforge.org/pdfcreator</a>                                                                                                                                                       |

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Технология и оборудование сварки давлением»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

| № п/п | Код контролируемой компетенции | Формулировка контролируемой компетенции                                                                                                                                                                                                             | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)                                                                                                                                                                          | Контролируемые темы учебной дисциплины, практики                  | Этапы формирования (семестр изучения) |
|-------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1     | ПК-4                           | ПК-4 Способен осуществлять контроль соблюдения основных параметров сварочного производства и обеспечивать требования технологического процесса для достижения качества выпускаемых изделий; методы и средства испытаний и контроля качества изделий | ПК-4.1. Знать: требования нормативов времени сварочных работ, расхода свариваемых и сварочных материалов;<br>ПК-4.2 Уметь: анализировать причины основных видов дефектов сварных соединений и предлагает корректирующие мероприятия по | Тема 1. Технология точечной, рельефной и шовной контактной сварки | 6                                     |
|       |                                |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                        | Тема 2. Механическая часть машин контактной сварки                | 6                                     |
|       |                                |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                        | Тема 3. Электрическая часть машин контактной сварки               | 6                                     |
|       |                                |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                        | Тема 4. Сущность способов, главные                                | 6                                     |

| №<br>п/п | Код<br>контролируемой<br>компетенции | Формулировка<br>контролируемой<br>компетенции | Индикаторы<br>достижений<br>компетенции (по<br>реализуемой<br>дисциплине)                                                                                                                                                                                                                   | Контролируемые<br>темы<br>учебной<br>дисциплины,<br>практики                                                                            | Этапы<br>формирования<br>(семестр<br>изучения) |
|----------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|          |                                      | машиностроения.                               | их устранению;<br>ПК-4.3 Владеть:<br>методами<br>определений<br>основных<br>технических<br>характеристик<br>сварочного<br>оборудования и<br>проводит<br>верификацию<br>исполнительной<br>документации<br>испытательных<br>лабораторий по<br>контролю<br>качества<br>сварных<br>конструкций. | параметры и<br>области<br>применения<br>специальных<br>способов<br>сварки<br>Тема 5. Техника<br>безопасности при<br>сварке<br>давлением | 6                                              |

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал  
оценивания**

| №<br>п/<br>п | Код<br>контролируемой<br>компетенции                                                                                                                                                                                                                              | Индикаторы<br>достижений<br>компетенции (по<br>реализуемой<br>дисциплине)                                                                                                                                                                                 | Перечень<br>планируемых<br>результатов                                                                                                                                                                                                                                                | Контролируем<br>е темы<br>дисциплины                | Наименование<br>оценочного<br>средства                                           |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1.           | ПК-4 Способен<br>осуществлять<br>контроль<br>соблюдения<br>основных<br>параметров<br>сварочного<br>производства и<br>обеспечивать<br>требования<br>технологическог<br>о процесса для<br>достижения<br>качества<br>выпускаемых<br>изделий;<br>методы и<br>средства | ПК-4.1. Знать:<br>требования<br>нормативов<br>времени<br>сварочных<br>работ, расхода<br>свариваемых и<br>сварочных<br>материалов;<br>ПК-4.2 Уметь:<br>анализировать<br>причины<br><br>основных видов<br>дефектов<br>сварных<br>соединений и<br>предлагает | Знать: основные<br>положения и<br>понятия сварки<br>давлением;<br>методы контроля<br>качества<br>изделий; методы<br>исправления<br>дефектных<br>изделий;<br>основные и<br>вспомогательны<br>е материалы для<br>пазличных<br>способов сварки<br>давлением;<br>построение и<br>принципы | Тема 1,<br>Тема 2,<br>Тема 3,<br>Тема 4, Тема<br>5. | Индивидуально<br>е задание,<br>лабораторные<br>работы,<br>вопросы к<br>экзамену. |

| № п/п | Код контролируемой компетенции                       | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)                                                                                                                                                                                                          | Перечень планируемых результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Контролируемые темы учебной дисциплины | Наименование оценочного средства |
|-------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
|       | испытаний и контроля качества изделий машиностроения | корректирующие мероприятия по их устранению;<br>ПК-4.3 Владеть: методами определений основных технических характеристик сварочного оборудования и проводит верификацию исполнительной документации испытательных лабораторий по контролю качества сварных конструкций. | работы оборудования для сварки давлением.<br>Уметь: оценить соответствие качества сварного соединения полученной с помощью сварки давлением техническим требованиям; назначить основные и вспомогательные материалы в случае необходимости для сварки давлением; выбрать типичное оборудование и назначать его для сварки давлением в зависимости от избранных режимов, выбрать прототип аппарата или установки для сварки давлением при отсутствии типичного, разработать функциональные (структурные) схемы соответствующих установок.<br>Владеть: навыками логико-инструментарие |                                        |                                  |

| № п/п | Код контролируемой компетенции | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине) | Перечень планируемых результатов                                                                                                                                | Контролируемые темы учебной дисциплины | Наименование оценочного средства |
|-------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
|       |                                |                                                               | м для решения задач оценки качества сварного соединения; информацией о прогрессивном технологическом оборудовании для определения адекватных способов и методов |                                        |                                  |

Фонды оценочных средств по дисциплине «Технология и оборудование сварки давлением» Т е м ы лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Определение влияния различных факторов на сопротивление электрических контактов

Лабораторная работа 2. Влияние параметров режима точечной сварки на формирование литого ядра

Лабораторная работа 3. Влияние параметров режима шовной сварки на формирование сварочного шва

Лабораторная работа 4. Исследование перемещения электродов при точечной сварке

Лабораторная работа 5. Изучение принципа работы конденсаторных точечных машин

Лабораторная работа 6. Автоматическое управление сварочным циклом контактных машин

Лабораторная работа 7. Изучение конструкции контактной точечной машины МТ-604 и определение активного сопротивления вторичного контура Лабораторная работа 8. Изучение конструкции и принципа действия пневматического привода сжатия контактной точечной машины МТ-1614 Лабораторная работа 9. Изучение конструкции шовной машины

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству -

*Лабораторные работы*

| Шкала оценивания (интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зачтено                            | Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) |

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                        |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | аппаратом и т.п.)                                                                                          |
| незачтено                             | Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.) |

### Индивидуальное задание

Целью расчетного индивидуального задания является расчет параметров режима контактной точечной сварки и проектирование вторичного контура сварочной машины. Обязательным результатом должны быть циклограммы режима сварки и эскиз вторичного контура машины с указанием размеров, для заданных исходных данных.

Исходными данными являются материал, толщина свариваемых листов (сварка однородного металла равной толщины), расстояние между точками в сварном соединении, продолжительность включения для проектируемого режима, раствор консолей и вылет электрода.

Содержание индивидуального задания:

1. Описание материала и определение его свариваемости;
2. Назначение геометрических характеристик сварного соединения и выбор циклограммы процесса сварки;
3. Расчет режима контактной точечной сварки;
4. Расчет режима шовной сварки;
5. Расчет и конструирование контура машины для контактной точечной сварки.

### Варианты заданий

| Последняя цифра<br>номера зачетки | Толщина<br>материала, 5 (мм) | © <sup>x</sup><br><b>и<br/>с</b> | Раствор консолей<br>контактной<br>машины, Ъ мм | Предпоследняя<br>цифра номера<br>зачетки | <sup>a</sup> <sub>и</sub><br><sup>р</sup><br><sub>с</sub><br><sup>а</sup> <sub>е</sub><br><sup>а</sup> <sub>т</sub> | Расстояние между<br>точками, а (мм) | Вылет электродов<br>контактной<br>машины, ! мм |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| 0                                 | 0,5                          | 20                               | 100                                            | 0                                        | Ст3 сп                                                                                                              | 30                                  | 200                                            |
| 1                                 | 4                            | 60                               | 150                                            | 1                                        | 09Г2С                                                                                                               | 50                                  | 300                                            |
| 2                                 | 2,5                          | 40                               | 200                                            | 2                                        | 30ХГСА                                                                                                              | 100                                 | 500                                            |
| 3                                 | 1                            | 80                               | 250                                            | 3                                        | 12Х18Н9Т                                                                                                            | 200                                 | 300                                            |
| 4                                 | 3                            | 80                               | 150                                            | 4                                        | АМг-6                                                                                                               | 150                                 | 200                                            |
| 5                                 | 3,5                          | 100                              | 200                                            | 5                                        | Ст3 сп                                                                                                              | 120                                 | 500                                            |
| 6                                 | 4,5                          | 20                               | 100                                            | 6                                        | 09Г2С                                                                                                               | 75                                  | 200                                            |
| 7                                 | 2                            | 30                               | 150                                            | 7                                        | 30ХГСА                                                                                                              | 40                                  | 300                                            |
| 8                                 | 1,5                          | 50                               | 100                                            | 8                                        | 12Х18Н9Т                                                                                                            | 60                                  | 500                                            |
| 9                                 | 5                            | 60                               | 200                                            | 9                                        | АМг-6                                                                                                               | 130                                 | 200                                            |

## Критерии и шкала оценивания по оценочному средству -

### Индивидуальное задание

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зачтено                               | Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.) |
| незачтено                             | Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)                                                                                            |

### Вопросы к экзамену

1. Шунтирование тока при контактной сварке.
2. Пластическая деформация при контактной сварке. Выбор усилия сжатия.
3. Методы выбора оборудования для контактной сварки.
4. Микронеоднородность сварных соединений при сварке взрывом. Дефекты при сварке и методы обеспечения качества.
5. Электрическое сопротивление деталей при стыковой сварке сопротивлением и оплавлением.
6. Сварка трением. Сущность способа и приемы его осуществления. Свариваемые материалы.
7. Классификация основных способов сварки давлением.
8. Нагрев деталей при стыковой сварке непрерывным оплавлением.
9. Механизм формирования соединений при точечной и шовной сварке.
10. Сущность способа холодной сварки металлов. Характер пластического течения металла.
11. Электроды точечных, шовных и стыковых машин. Конструкция и материалы.
12. Основные циклы точечной сварки. Область применения
13. Особенности плавления и кристаллизации металла при точечной и шовной сварке.
14. Электрическое сопротивление деталей при точечной и шовной сварке
15. Влияние свойств свариваемых металлов на выбор параметров режима сварки.
16. Возможные дефекты соединений при стыковой сварке.
17. Точечная сварка деталей из материалов с высокой тепло и электропроводностью
18. Технология точечной и шовной сварки тугоплавких металлов.
19. Точечная и шовная сварка деталей неравной толщины.
20. Выбор конструкции и материалов электродов точечных, шовных и стыковых машин.
21. Подготовка поверхности деталей под сварку при различных способах сварки.
22. Средства механизации и автоматизации процессов контактной сварки
23. Пластическая деформация металла при стыковой сварке и её роль в формировании сварного соединения
24. Машины для стыковой сварки. Классификация и основные узлы.

- 25.Преимущества и недостатки холодной сварки. Область применения и примеры реализации.
- 26.Привод вращения шовной машины.
- 27.Т ехнология точечной и шовной сварки разнотолщинных материалов.
- 28.Дефекты при контактной сварке и методы их предотвращения.
- 29.Режимы УЗС и их влияние на качество соединений. Прочность точечных и шовных соединений
- 30.Методы разрушающего контроля сварных соединений.
- 31.Режимы диффузионной сварки и их связь с качеством сварных соединений.
- 32.Общие представления о природе образования соединений при контактной сварке.
- 33.Преимущества и недостатки диффузионной сварки. Основные операции технологического процесса.
- 34.Технология точечной и шовной сварки цветных металлов.
- 35.Односторонняя точечная и шовная сварка металлов.
- 36.Технология рельефной сварки.
- 37.Приспособления для контактной сварки. Особенности проектирования
- 38.Контроль качества сварки по обобщающим параметрам
- 39.Технико-экономические показатели и ТБ при контактной сварке.
- 40.Нагрев деталей при стыковой сварке сопротивлением.
- 41.Пневмопривод сжатия машин контактной сварки.
- 42.Контроль качества процесса сварки по обобщающим параметрам.
- 43.Т ехнология стыковой сварки различных групп металлов.
- 44.Конструкция машин для УЗС и их технологические возможности. Область рационального применения УЗС.
- 45.Электрические и температурные поля при контактной сварке.
- 46.Методы антикоррозионной защиты сварных и клеесварных соединений.
- 47.Т ехнология контактной сварки разнородных металлов.
- 48.Рельефная сварка. Технология и параметры режима.
- 49.Антикоррозионная защита сварных соединений. Клеесварные соединения
- 50.Особенности проектирования приспособлений для контактной сварки.
- 51.Сущность способа сварки взрывом. Основные технологические операции и область применения.
- 52.Основные электрические параметры и характеристики машин контактной сварки.
- 53.Диффузионная сварка. Физические принципы положенные в основу способа.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному спелству -экзамен**

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| отлично (5)                           | Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. |
| хорошо (4)                            | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                      |
| удовлетворительно<br>(3)              | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                    |
| неудовлетворительно<br>(2)            | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы                 |

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

| №<br>п/п | Виды дополнений и<br>изменений | Дата и номер протокола<br>заседания кафедры (кафедр),<br>на котором были<br>рассмотрены и одобрены<br>изменения и дополнения | Подпись (с расшифровкой)<br>заведующего кафедрой<br>(заведующих кафедрами) |
|----------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                            |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                            |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                            |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                            |

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС