



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ(ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

А.В. Гридасов

(подпись)

« 20 » января 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента промышленной
безопасности

А.В. Гридасов

(подпись)

« 20 » января 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Производство сварных конструкций

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

профиль «Аддитивные и цифровые технологии»

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5
лекции 18 час.
практические занятия 18час.
лабораторные работы 18час..
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
самостоятельная работа 90час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час
контрольные работы (количество) 1
курсовая работа не предусмотрена
экзамен 5семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 727 от 09.08.2021.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента промышленной безопасности протокол № 5 от «20» января 2022 г.

Директор департамента промышленной безопасности, к.т.н., доцент, Гридасов А.В.
Составитель: доцент, к.т.н. Воробьев А.Ю.

Владивосток
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании *кафедры*:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий *кафедрой* _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании *кафедры*:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий *кафедрой* _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании *кафедры*:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий *кафедрой* _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании *кафедры*:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий *кафедрой* _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – ознакомить студентов с технологическими возможностями основных способов сварки давлением, базирующихся на термомеханических сварочных процессах, углубление знаний о состоянии и перспективах применения основных способов сварки давлением при производстве разнообразных сварных конструкций.

Задачи дисциплины:

1. Изучение технологических особенностей основных способов сварки давлением, широко применяемых в промышленности;
2. Изучение применения расчётных методов при выборе параметров режима сварки, сварочных материалов;
3. Изучение методов обеспечения качества сварных конструкций из сталей и цветных металлов, и их сплавов.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Производственно-технологический	ПК-3 Способность проведения работ по освоению новых технологических процессов, интеллектуального оборудования с цифровой технологией управления и внедрению их в производство; по цифровизации и роботизации производств	ПК-3.1 Производит анализ и разработку нормативной, технической и производственно-технологической документации новых технологических процессов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-3.1 Производит анализ и разработку нормативной, технической и производственно-технологической документации новых технологических процессов	Знает источники нормативной документации; требования к разработке технической и производственно-технологической документации новых технологических процессов
	Умеет оценить необходимость разработки технической и производственно-технологической документации новых технологических процессов
	Владеет навыками разработки технической и производственно-технологической документации технологических процессов

2. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоёмкость освоения дисциплины составляет 4 зачётные единицы/144 часа и включает в себя: лекционные занятия 18 час., практические работы 18 час., лабораторные работы 18 час., контрольная работа – 5 семестр, самостоятельная работа студентов 90 часов.

Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел I. Технологические основы сварки давлением	5	18	18	18	–	63	27	Экзамен, контрольная работа
	Итого:		18	18	18		63	27	144

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СВАРКИ

ДАВЛЕНИЕМ (18 час.)

Тема 1. Физические основы способов сварки давлением (4 час, в том числе по МАО 1 час.)

Краткая история развития и классификация способов сварки давлением. Сущность процессов точечной сварки, рельефной и шовной сварки. Основные процессы при формировании сварных соединений. Основные источники тепла при сварке. Электрическое сопротивление зоны нагрева и его изменение в процессе сварки. Электрическое сопротивление контактов и его влияние на нагрев. Электрические и температурные поля при нагреве. Процессы пластической деформации металла. Электромагнитные процессы удаления окислов. Освоение параметров режима сварки, и методика их расчетного определения с использованием ЭВМ и теории подобия. Сопутствующие процессы, природа возникновения дефектов и меры их предупреждения. Формирование соединений при стыковой сварке сопротивлением и оплавлением. Особенности процессов нагрева. Роль контактных сопротивлений в образовании температурных полей. Пластическая деформация и удаление окислов. Теория подобия для расчетного определения основных параметров процесса стыковой сварки оплавлением. Природа возникновения дефектов и меры их предупреждения

Тема 2. Технология контактной сварки (2 час, в том числе по МАО 1 час.)

Технология точечной, рельефной и шовной сварки. Выбор рациональной конструкции деталей и соединений. Общая схема производства сварных узлов и основные требования к до и после сварочным операциям. Основы выбора режима сварки. Особые случаи сварки. Сварка деталей разной толщины, разнородных металлов, односторонняя сварка, микросварка, сварка

композиционных материалов, наваривание слоев металла для восстановления износа, сварка специальных конструкций (сеток, решеток и т.п.).

Тема 3. Технология стыковой сварки давлением (2 час, в том числе по МАО 1 час.)

Технология стыковой сварки сопротивлением и оплавлением. Общая схема процесса. Выбор способа стыковой сварки, рациональной конструкции соединений и подготовка деталей перед сваркой. Общие вопросы свариваемости и основы выбора режима сварки. Особенности технологии сварки различных групп металлов и узлов (проволока, рельсы, трубы и т.п.) Доводочные после сварочные операции.

Тема 4. Оборудование для сварки давлением (2 час, в том числе по МАО 1 час.)

Машины контактной сварки. Машины для точечной рельефной, шовной и стыковой сварки. Общая характеристика и классификация. Конструктивные элементы машин. Стойкость электродов и электродные материалы. Электрическая силовая часть машин контактной сварки. Назначение и структурные схемы. Режим работы, основные электрические параметры, нагрузочные и внешние характеристики машин. Электрические силовые цепи основных типов машины (однофазные, переменного тока, низкочастотные, постоянного тока, с накоплением энергии в электрическом поле конденсатора). Электрические расчеты вторичного контура машины и сварочного трансформатора по заданной конструкции узла и параметрам режима сварки.

Тема 5. Механизация и автоматизация контактной сварки (2 час, в том числе по МАО 1 час.)

Основные средства механизации и автоматизации вспомогательных операций (перемещение и контроль деталей, сборка деталей, удаление грата и др.). Специальные приспособления, машины-автоматы, промышленные роботы и робототехнические комплексы, механизированные и автоматические линии

Тема 6. Аппаратура управления контактной сварки (4 час, в том числе по МАО 2 час.)

Включающая и программирующая аппаратура управления общим циклом сварки. Применение ЭВМ в системе управления процессами сварки АСУ технологическом процессом контактной сварки. Контроль при контактной сварке. Методы обнаружения дефектов и способы устранения. Система организации контроля. Контроль сварных соединений по образцам технологической пробы и неразрушающий (радиационный с материалом - свидетелем, ультразвуковой, вихретоковый). Пассивный и активный контроль в процессе сварки - сопутствующий контроль (по параметрам режима сварки, по обобщающим параметрам).

Тема 7. Монтаж и эксплуатация контактных машин (2 час, в том числе по МАО 1 час.)

Размещение, установка и монтаж машин. Элементы расчета токоподводящих электрических коммуникаций. Аттестация машин и их наладка. Организация службы эксплуатации. Техничко-экономические показатели контактной сварки. Техника безопасности. Организация рабочего места сварщика.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 час.)

Занятие 1. Расчет параметров режима точечной контактной сварки (6 час., в том числе по МАО 2 час.)

Занятие 2. Расчет параметров режима шовной контактной сварки (6 час., в том числе по МАО 3 час.)

Занятие 3. Расчет параметров режима стыковой контактной сварки (6 час., в том числе по МАО 3 час.)

Лабораторные занятия (18 час.)

Лабораторная работа №1. Изучение конструкции и работы машины для контактной сварки (6 час., в том числе по МАО 4 час.)

Лабораторная работа №2. Выбор параметров режима точечной контактной сварки и исследование качества сварного соединения (6 час., в том числе по МАО 4 час.)

Лабораторная работа №3. Выбор параметров режима контактной стыковой сварки (6 час., в том числе по МАО 4 час.)

5. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Технологические основы сварки давлением» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

6. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
Раздел 1. Технологические основы сварки давлением					
1	Тема 1. Физические основы способов сварки давлением	ПК-3.1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 1-20
			умеет	ПР-1(3), ПР-5	
			владеет	ПР-1(3), ПР-5	
2	Тема 2. Технология контактной сварки		знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 47-58
			умеет	ПР-1(3), ПР-5	
			владеет	ПР-1(3), ПР-5	
3	Тема 3. Технология стыковой сварки давлением		знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	
			умеет	ПР-1(3), ПР-5	
			владеет	ПР-1(3), ПР-5	
4	Тема 4. Оборудование для сварки давлением	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 21-36	
		умеет	ПР-1(3), ПР-5		
		владеет	ПР-1(3), ПР-5		

5	Тема 5. Механизация и автоматизация контактной сварки	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 37-40
		умеет	ПР-1(3), ПР-5	
		владеет	ПР-1(3), ПР-5	
6	Тема 6. Аппаратура управления контактной сварки	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 37-40
		умеет	ПР-1(3), ПР-5	
		владеет	ПР-1(3), ПР-5	
7	Тема 7. Монтаж и эксплуатация контактных машин	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 21-35
		умеет	ПР-1(3), ПР-5	
		владеет	ПР-1(3), ПР-5	

7. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением : учебное пособие для вузов / Г. Г. Чернышов, Д. М. Шашин, В. И. Гирш [и др.] ; под редакцией Г. Г. Чернышова, Д. М. Шашина.–3-е изд., стер.–Санкт-Петербург : Лань, 2021.–464 с.–ISBN 978-5-8114-6853-9.–Текст : электронный//Лань: электронно-библиотечная система.– Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152649>

2. Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки : учебное пособие / А. С. Климов, И. В. Смирнов, А. К. Кудинов, Г. Э. Кудинова.–3-е изд., испр.–Санкт-Петербург : Лань, 2022.–336 с.–ISBN 978-5-8114-1153-5.–Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.– Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/210632>

3. Овчинников, В. В. Технология и оборудование для контактной сварки : учебник / В. В. Овчинников, М. А. Гуреева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 272 с. - ISBN 978-5-9729-0452-5. - Текст : электронный. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1168618>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Азаров Н.А. Производство сварных конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Азаров Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2010.— 141 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34703> .— ЭБС «IPRbooks»
2. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. [Электронный ресурс]—Электрон. дан.—М. : Машиностроение, 2013.—576 с.—Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/63211>
3. Быковский, О.Г. Справочник сварщика. [Электронный ресурс] / О.Г. Быковский, В.Р. Петренко, В.В. Пешков.—Электрон. дан.—М. : Машиностроение, 2011.—336 с.—Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2012>
4. Лупачев В.Г. Безопасность труда при производстве сварочных работ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лупачев В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2008.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20059> .— ЭБС «IPRbooks»
5. Гуреева, М. А. Технология и оборудование для контактной сварки / М. А. Гуреева, В. В. Овчинников.—Вологда : Инфра-Инженерия, 2020.— 272 с.—ISBN 978-5-9729-0452-5.—Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.—URL: <https://e.lanbook.com/book/148395>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://websvarka.ru>
2. <http://www.svarka.com>
3. [httpHYPERLINK "http://autoweld.ru/statyai.php"://HYPERLINK "http://autoweld.ru/statyai.php"autoweldHYPERLINK "http://autoweld.ru/statyai.php".HYPERLINK "http://autoweld.ru/statyai.php"ruHYPERLINK "http://autoweld.ru/statyai.php"/HYPERLINK "http://autoweld.ru/statyai.php"statyaiHYPERLINK](http://autoweld.ru/statyai.php)

"http://autoweld.ru/statyai.php".HYPERLINK

"http://autoweld.ru/statyai.php"php

4. <http://www.shtorm-its.ru>
5. <http://www.osvarke.com>
6. <http://www.autowelding.ru>
7. <http://www.drevniymir.ru/>
<http://www.drevniymir.ru/>
8. <http://www.weldportal.ru>
9. <http://www.esab.ru>
10. <http://www.spetsselektrode.ru>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступно следующее программное обеспечение:

- Офисный пакет приложений Microsoft Office 365;
- Сервис антивирусной защиты Eset NOD32;
- Сервис распознавания текста ABBYY FineReader;
- Система ТЕХЭКСПЕРТ;
- Справочно-правовая система КОНСУЛЬТАНТ ПЛЮС;
- Универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа ANSYS 16;
- Программный комплекс САПР SolidWorks 2016;
- Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования Matlab 2015;
- Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования MathCAD;

- Система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD 2015;
- Программная среда и язык программирования VisSim;
- Система автоматизированного проектирования КОМПАС 3D (САПР).

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступен электронный ресурс сайта ДВФУ (<https://www.dvfu.ru>):

- Научная библиотека ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/library>);
- Портал ДВФУ (<https://ip.dvfu.ru>);
- Система электронных курсов ДВФУ Blackboard Learn (<https://bb.dvfu.ru>);
- Электронный учебный курс в интегрированной платформе электронного обучения Blackboard ДВФУ. Идентификатора курса:
- **FU50218-15.03.01-TOSPID-01: Технологические основы сварки плавлением и давлением**
 - Электронная почта ДВФУ (<http://mail.dvfu.ru>);
 - Техническая поддержка ИТ-сервисов ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/support>).

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Время, отведённое на реализацию дисциплины

Теоретическая часть курса, проводимая в аудиториях/лабораториях ДВФУ (с преподавателем / руководителем) – 18 часов.

Практическая часть курса, проводимая в аудиториях/лабораториях ДВФУ (с преподавателем/руководителем) – 18 часов.

Лабораторные работы, проводимые в аудиториях/ лабораториях ДВФУ (с преподавателем/руководителем) – 18 часов.

Всего часов аудиторной нагрузки (с преподавателем/руководителем) – 54 часа.

Время на самостоятельную работу (без преподавателя/руководителя) как теоретической, так и практической частей курса –90 часов, в т.ч. 27 час. – подготовка к экзамену.

Рекомендации по планированию и организации времени, на изучение дисциплины

Время, отведённое на изучение дисциплины, должно быть использовано обучающимся планомерно. Время на изучение дисциплины указывается на титульном листе рабочей программы учебной дисциплины; в учебном плане, по конкретному направлению и форме обучения, ознакомится с ним вы можете на своей кафедре или в учебно-методическом управлении.

Планирование времени – эффективный вариант организация учебной деятельности. Общие рекомендации составления планирования:

1. Своевременный и полный учет задач, вытекающих из содержания профессиональной деятельности (например, по написанию курсовой работы).
2. Регулярное распределение рабочего времени в соответствии с приоритетностью и сложностью задач, выделение части времени в резерв.
3. Документирование результатов планирования и организации рабочего времени (составление текущих и перспективных планов работы).
4. Делегирование полномочий, связанных с выполнением менее срочных и менее важных задач, своим коллегам.
5. Учет работоспособности в течение периода, отведенного для работы (в течение дня, недели, месяца, года).
6. Концентрация усилий на первоочередном решении задач, от которых, в свою очередь, зависит решение задач второго уровня значимости (срочности, важности).
7. Умелое использование информации в процессе планирования и организации рабочего времени.
8. Способность к самоограничению (умение говорить «нет», когда значимость той или иной задачи и, следовательно, необходимость ее выполнения не являются очевидными).
9. Самоконтроль расходования времени в ходе выполнения задач профессиональной деятельности.
10. Стремление к постоянному совершенствованию системы планирования и организации рабочего времени.

Описание последовательности действий обучающихся при изучении дисциплины

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает и готовится к теоретическим/практическим/лабораторным/семинарным занятиям, проходит контрольные точки текущей и промежуточной аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (конспекты, отчёты, тесты, рефераты, зачёт, экзамен, контрольные мероприятия).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Ознакомление с рабочей программой учебной дисциплины.
2. Выполнение требований, установленных преподавателем (руководителем) в рамках профессиональной деятельности сотрудника ДВФУ.
3. Регулярная подготовка к занятиям и активная работа на них, включающая следующее общее планирование:

№ п/п	Наименование этапа	Содержание задач этапа
1	Обработка информации	Сбор, учет, систематизация, анализ информации, необходимой для надлежащего планирования и организации профессиональной деятельности, а также актуализация и оперативный обмен информацией с руководителем, коллегами и деловыми партнерами.
2	Постановка целей и задач	Предварительное, а затем окончательное формулирование целей и задач, доклад соответствующих предложений руководителю.
3	Планирование	Разработка (участие в разработке) документов планирования (планов, программ, графиков и т. п.) по направлениям и периодам профессиональной деятельности, их согласование по срокам и методам реализации, определение состава привлекаемых к их реализации сил и средств.
4	Подготовка решения	Представление проектов документов планирования, а также предложений, направленных на выработку оптимального решения, уточнение проектов и доведение принятых решений (утвержденных планов работы по направлениям и периодам) до сведения лиц, ответственных за руководство.
5	Реализация решения	Непосредственная реализация решений, участие в их реализации, делегирование полномочий, координация работы ответственных за реализацию, обработка информации о ходе реализации решений, ее передача руководителю.
6	Контроль реализации решения	Планирование и организация контрольных мероприятий, учет и сравнение результатов контроля с планируемыми показателями, доклады руководителю.
7	Корректировка решений	Сбор, учет, систематизация, анализ информации, выработка и представление руководителю предложений по корректировке решений (отдельных действий в рамках реализации таких решений)
8	Оценка и анализ результатов	Сбор, учет, систематизация, анализ информации, отражающей результаты реализации решений, подведение итогов профессиональной деятельности (за период или по направлению – текущая/промежуточная аттестация)

Рекомендации по работе с информационными источниками

Работа с информацией – процесс нахождения знаний (информации) о причинах возникновения проблем, применённых инженерных решений/идей, современного состояния объекта исследования.

Поиск информации по дисциплине и её дальнейшей обработки следует начинать с:

- проработки тематического плана – теоретическая и практическая части курса;
- классификации информационного материала;
- составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между рассматриваемыми темами;
- составления новой библиографии, при неудовлетворении предложенной.

- реферирования – краткое, основное содержание одной и более работ по теме.
- конспектирования – детальное изложение главных положений и концептуальных идей.
- аннотирования (аннотация) – краткое, предельно сжатое изложение основного содержания литературных источников.
- цитирования - дословная запись высказываний, выражений автора, а также приведение в тексте работы фактических и статистических данных, содержащихся в литературных источниках.

Для реализации информации в письменном/машинно-печатном виде необходимо выполнять общепринятые требования по оформлению - ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

Рекомендации по подготовке к текущей/промежуточной аттестации

Успешное освоение программы курса предполагает:

- усвоение теоретической части курса;
- выполнение требований преподавателя (руководителя), установленных преподавателем (руководителем) в рамках профессиональной деятельности сотрудника ДВФУ;
- выполнение практической части курса (практические задания/лабораторные работы/тесты/контрольные мероприятия/).

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение теоретической части дисциплины предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: мультимедийная аудитория (состоит из интегрированных инженерных систем воспроизведения / визуализации / хранения / передачи электронной информации с единой системой управления) вместимостью до 30 человек.

Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, интерактивной трибуны преподавателя (монитор 22”, персональный компьютер с широкополосным доступом в сеть интернет). Компьютерное оборудование должно иметь соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Для практической части курса предполагается использовать лаборатории и помещения кафедры, последнее - аудиторный резерв кафедры.

Аудиторные помещения располагаются по адресу:

- г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, корпуса L.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для проведения учебных занятий, для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебные аудитории для проведения учебных занятий:		
L 343	Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, экраном, проектором. Установлено: Лазерно-ультразвуковой дефектоскоп УДЛ-2М Оборудование для визуального и измерительного контроля	Не применяется
L346	Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, экраном, проектором.	Не применяется
Учебные лаборатории для проведения учебных занятий:		
Центр компетенций в области испытаний материалов L101	Универсальная испытательная машина УН-1000кН. Универсальная испытательная машина АG-100кNXplus. Универсальная настольная испытательная машина АGС-10кNX. Универсальная настольная испытательная машина АGС-1кNX. Имитатор нагрузки EFE-JF-30кN. Универсальная напольная сервогидравлическая система для динамических испытаний Servopulser Series U. Универсальная электромагнитная система для динамических испытаний ММТ. Ультразвуковая система для усталостных испытаний USF-2000А. Универсальный твердомер OMNITEST. Копер маятниковый ИМПАСТ Р-450. Автоматический отрезной станок МЕСАТОМЕ Т210 Запрессовочный станок МЕСАРЕSS III Автоматическая шлифовально-полировальная станция МЕСАТЕСН 234	
Центр компетенций в области сварочных технологий L103	Комплексная система для роботизированных процессов дуговой сварки и аддитивных дуговых технологий (WAAM). Система включает промышленный робот KUKA KR8 2010-2 и источник питания A7 MIG Welder 450, предназначенный для профессионального использования в роботизированных сварочных системах	Программное обеспечение Kemppi Wise. По контракту № ЭЗП-869-22 от 10.11.2022
	Интеллектуальное сварочное оборудование с цифровой технологией управления X8 MIG Welder . Обеспечивает синергетическую и импульсную сварку MIG/MAG, ручную дуговую сварку (ММА), пайку MIG, наплавку и строжку.	Используется программное обеспечение для управления сварочным производством WeldEye. Реализована функция цифровых технологических карт, улучшающая контроль качества и избавляющая от необходимости использовать печатные технологические карты.
	Интеллектуальное сварочное оборудование с цифровой технологией управления КЕДР MultiMIG-5000DP - высокотехнологичный многофункциональный промышленный источник питания для MIG/MAG, ММА и TIG сварки.	Широкий пакет предустановленных программ, разработанных для различного типа проволоки, защитного газа и свариваемого металла, а также импульсные режимы сварки с использова-

		нием одинарного или двойного импульсов.
<p>Центр компетенций в области испытаний материалов L105</p>	<p>Автоматический микротвердомер HМV-G-FA-D. Динамический микротвердомер DUH-211S. Инвертированный металлографический микроскоп ECLIPSE MA200 Анализатор фрагментов микроструктуры твердых тел Sіams 800 + Стереомикроскоп CRAFTEST 608 Сканирующий зондовый атомно-силовой микроскоп SPM-9600 Современный оптико-эмиссионный спектрометр для элементного анализа металлов и сплавов СПАС-05.</p>	<p>ПО Sіams 800 по договору поставки № 0000000002022PY20004/ЕН-1019-22 Рег номер. ЭУ0282519 от 11.11.2022. ПО Спас-05 по договору поставки №0000000002022PY20004 Рег номер. ЭУ0281759 от 21.10.2022</p>
<p>Лаборатория автоматизированного проектирования сварочных процессов и сварных конструкций L345</p>	<p>Тринадцать персональных компьютеров HPdc 7800СМTE6750.</p>	



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

Департамент промышленной безопасности

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**по дисциплине «Технологические основы сварки далением»
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»**

Профиль «Аддитивные и цифровые технологии»

Форма подготовки очная

Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины «Технологические основы сварки давлением»

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
Раздел 1. Технологические основы сварки давлением					
1	Тема 1. Физические основы способов сварки давлением	ПК-3.1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 1-20
			умеет	ПР-1(3), ПР-5	
			владеет	ПР-1(3), ПР-5	
2	Тема 2. Технология контактной сварки	ПК-3.1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 47-58
			умеет	ПР-1(3), ПР-5	
			владеет	ПР-1(3), ПР-5	
3	Тема 3. Технология стыковой сварки давлением	ПК-3.1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 21-36
			умеет	ПР-1(3), ПР-5	
			владеет	ПР-1(3), ПР-5	
4	Тема 4. Оборудование для сварки давлением	ПК-3.1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 37-40
			умеет	ПР-1(3), ПР-5	
			владеет	ПР-1(3), ПР-5	
5	Тема 5. Механизация и автоматизация контактной сварки	ПК-3.1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 37-40
			умеет	ПР-1(3), ПР-5	
			владеет	ПР-1(3), ПР-5	
6	Тема 6. Аппаратура управления контактной сварки	ПК-3.1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 21-35
			умеет	ПР-1(3), ПР-5	
			владеет	ПР-1(3), ПР-5	
7	Тема 7. Монтаж и эксплуатация контактных машин	ПК-3.1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	Вопросы для промежуточной аттестации 21-35
			умеет	ПР-1(3), ПР-5	
			владеет	ПР-1(3), ПР-5	

Текущая аттестация студентов

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Технологические основы сварки давлением» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий: защиты практической работы, тестирования по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем. Объектами оценивания выступают: - учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине); - сте-

пень усвоения теоретических знаний; - уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы; - результаты самостоятельной работы

Оценочные средства для текущего контроля

Для оценки качества освоения дисциплины используются тесты, содержащие следующие вопросы:

1. Какой источник энергии используют для образования соединений при электроконтактной сварке?
 - 1) Электрическую сварочную дугу.
 - 2) Теплоту, выделяющуюся при прохождении электрического тока через детали, при их пластическом деформировании усилием, приложенным к электродам.
 - 3) Магнитно-импульсный разряд.
 - 4) Газовое пламя.
2. Какой из перечисленных способов не относится к контактной сварке (КС).
 - 1) Точечная сварка.
 - 2) Шовная сварка.
 - 3) Электронно-лучевая сварка.
 - 4) Рельефная сварка.
3. В зависимости от температуры нагрева торцов деталей, в каком состоянии происходит образование соединения при стыковой сварке оплавлением?
 - 1) Твердом состоянии, температура на торце деталей ниже температуры плавления металла.
 - 2) Жидком состоянии, температура на торце деталей равна или выше температуры плавления металла.
 - 3) В жидком и частично твердом состоянии.
 - 4) В вязко-текучем.
4. Почему расплавленный металл при точечной сварке не вытекает из зазора между деталями и не контактирует с окружающей средой?
 - 1) Расплавленный металл окружен уплотнительным пояском, который изолирует ядро от воздействия кислорода и азота воздуха.
 - 2) Расплавленный металл защищен шлаковой коркой.
 - 3) Производится поддув защитного газа в зазор между деталями.
 - 4) При точечной сварке прикладывается не достаточное усилие сжатия деталей.
5. Какие способы сварки относятся к специальным?
 - 1) Рельефная.
 - 2) Взрывом.
 - 3) Ультразвуковая.
 - 4) Т-образная.
6. Кто из корифеев сварочной науки является родоначальником КС ?
 - 1) Славянов Н.Г.
 - 2) Петров В.В.
 - 3) Патон Е.О.
 - 4) Бенардос Н.Н.
 - 5) Николаев Н.А.
7. Укажите способ КС, изобретенный Н.Н.Бенардосом.
 - 1) Стыковая сварка сопротивлением.
 - 2) Стыковая сварка оплавлением.
 - 3) Точечная сварка.
 - 4) Шовная сварка.
8. Какой вид энергии используют для КС металлов и сплавов?
 - 1) Механическую.
 - 2) Лучистую.
 - 3) Химическую.
 - 4) Электрическую
9. Без участия какого из факторов процесса КС не может образоваться физический контакт?
 - 1) Подвода электрического тока.
 - 2) Зачистки контактных поверхностей.

- 3) Приложения сжимающего усилия. 4) Предварительного подогрева.
10. Какой способ КС предложил английский физик Томпсон (Кельвин)?
 1) Точечную сварку. 2) Рельефную сварку.
 3) Стыковую сварку сопротивлением. 4) Стыковую сварку оплавлением.
11. При каких способах КС в тепловом балансе учитываются потери на излучение?
 1) При стыковой. 2) При точечной.
 3) При шовной. 4) При рельефной.
 5) Не учитываются
12. Какая из сталей обладает неудовлетворительной свариваемостью?
 1) 12ХМ1ФА. 2) 20Х13.
 3) Ст.3 4) 12Х18Н10Т.
13. Какие основные характеристики материалов определяют свариваемость при различных способах КС?
 1) Электропроводность. 2) Теплопроводность.
 3) Предел прочности при разрыве. 4) Ударная вязкость.
14. Материалы, принадлежащие какой группе, обладают хорошей свариваемостью?
 1) Легкие металлы и сплавы. 2) Тугоплавкие металлы и сплавы.
 3) Углеродистые стали. 4) Средне- и высоколегированные стали и сплавы.
 5) Титановые сплавы.
15. Какое влияние оказывает увеличение силы сварочного тока и времени его протекания при точечной сварке (ТС)?
 1) Приводит к снижению прочности сварного соединения.
 2) Приводит к повышению тепловыделения и росту размеров ядра.
 3) Стабилизирует тепловыделение в зоне сварки и повышает жаропрочность сварного соединения.
 4) Приводит к уменьшению диаметра сварной точки.
16. По каким параметрам выбирается диаметр электрода при ТС?
 1) В зависимости от габаритов деталей и способа сварки.
 2) В зависимости от толщины соединяемых деталей.
 3) Определяется необходимостью последующей термообработки после сварки.
 4) В зависимости от твердости свариваемых материалов.
17. Как классифицируют способы ТС по способу подвода тока?
 1) Односторонняя. 2) Двусторонняя.
 3) С замкнутым нижним электродом. 4) Расщепленным электродом.
18. Усилие сжатия деталей при контактной точечной сварке на «мягком» режиме принимают:
 1) (60 - 100) S кг 2) (100 - 150) S кг
 3) (100 - 200) S кг 4) (200 - 300) S кг
19. За счет каких факторов изменяется сопротивление центрального столбика свариваемых деталей, зажато между электродами при ТС?
 1) Шероховатости поверхности в контакте деталей.
 2) Наличия загрязнений.
 3) Удлинения линий тока при растекании по деталям.
 4) Повышения температуры в зоне сварки.
20. Укажите основную причину возникновения шунтирования при ТС.
 1) Разная толщина деталей. 2) Малый шаг между точками.
 3) Загрязнение поверхностей. 4) Наличие деталей с замкнутым контуром.
21. По какой зависимости следует определять диаметр контактной части электрода при ТС деталей толщиной до 2 мм включительно?
 1) $(2S + 5)$ мм 2) $(1,5S + 5)$ мм
 3) $(2S + 3)$ мм 4) $(2S + 2)$ мм

22. При ТС, каких сталей наиболее вероятны внешние выплески?
 1) Холоднокатанных. 2) Горячекатанных.
 3) Со следами ржавчины. 4) Шлифованных.
23. Какой способ шовной сварки (ШС) позволяет получать прочноплотные сварные соединения?
 1) Непрерывный. 2) Прерывистый.
 3) Шаговый. 4) Шовно – стыковой.
24. Какой источник нагрева является основным генератором тепла при ШС?
 1) Собственное электрическое сопротивление деталей.
 2) Электрическое контактное сопротивление.
 3) Активное и индуктивное электросопротивление вторичного контура машины.
 4) Активное электросопротивление сварочного трансформатора.
25. Посоветуйте технологический прием для качественной рельефной сварки (РС) с использованием на детали более двух рельефов.
 1) Увеличить сжимающее усилие. 2) Повысить силу сварочного тока.
 3) Увеличить время сварки. 4) Использовать подогревающий импульс тока.
26. Как изменяется сопротивление оплавления к концу сварки при стыковой сварке оплавлением?
 1) Возрастает. 2) Не изменяется.
 3) Слегка возрастает. 4) Понижается.
 5) Исчезает.
27. Сопротивление какого участка между электродами является определяющим при выделении тепла при стыковой сварке сопротивлением?
 1) Контактное. 2) Переходное.
 3) Деталей в свободном вылете. 4) Суммарное сопротивление
28. В каком состоянии находится металл в зоне контакта при образовании соединения стыковой сваркой оплавлением?
 1) В расплавленном. 2) В твердом.
 3) В вязкотекучем. 4) В упругом.
29. Какое приближение используют для описания теплового поля при стыковой КС?
 1) Полубесконечным телом. 2) Бесконечным стержнем.
 3) Полубесконечным стержнем. 4) Пластиной.
30. Что должна обеспечивать подготовка торцов деталей перед стыковой контактной сваркой?
 1) Равномерность нагрева и однородность пластической деформации.
 2) Одинаковый зазор для обеспечения полного проплавления.
 3) Неодинаковое сечение для стабилизации тепловых процессов.
 4) Одинаковую установочную длину заготовок.
31. Какова природа переходного электрического сопротивления на участке деталь-деталь и электрод-деталь?
 1) Является теплофизической характеристикой материала.
 2) Обусловлено естественной шероховатостью контактных поверхностей, наличием окисных пленок, слоев сорбированных газов и паров влаги.
 3) Обусловлено спецификой процесса контактной сварки.
 4) Является механической характеристикой материала.
32. Как изменяется контактное электрическое сопротивление холодных деталей от усилия сжатия электродов?
 1) Уменьшается вследствие смятия микровыступов.
 2) Не изменяется, т.к. не зависит от усилия сжатия электродов.
 3) Увеличивается вследствие увеличения фактической площади контакта деталей.
 4) Увеличивается в следствие увеличения температуры деталей.

33. От каких из перечисленных факторов в большей степени зависит сопротивление жидкого контакта при стыковой сварке оплавлением.
- 1) От температуры торцов деталей.
 - 2) Размера и числа одновременно существующих жидких перемычек.
 - 3) Усилия сжатия деталей со стороны электродов.
 - 4) Установочной длины свариваемых деталей.
34. Какова длительность существования контактного сопротивления при КС?
- 1) В течение всего цикла сварки.
 - 2) В течение времени протекания сварочного тока.
 - 3) 0,003-0,005 с.
 - 4) 0,03-0,05 с.
35. Какому закону подчиняется выделение тепла в деталях при КС?
- 1) Ома.
 - 2) Фурье.
 - 3) Джоуля – Ленца.
 - 4) Ньютона.
36. Как изменяется величина контактного сопротивления при сварке на первой стадии?
- 1) Не изменяется.
 - 2) Увеличивается.
 - 3) Уменьшается.
 - 4) Исчезает.
37. Каково соотношение между теплом, затрачиваемым на сварку и общим количеством теплоты, выделяющимся на участке электрод – деталь?
- 1) 50 – 70%.
 - 2) 30 – 40%.
 - 3) 20 – 30%.
 - 4) 10 – 20%.
 - 5) 40 – 60%.
38. Изменяется ли собственное электрическое сопротивление деталей при нагреве в процессе сварки?
- 1) Мало изменяется, т.к. происходит шунтирование тока по толщине детали.
 - 2) Увеличивается, т.к. увеличивается удельное электрическое сопротивление металла.
 - 3) Уменьшается вследствие большого теплоотвода в окружающие слои металлы и в электроды.
 - 4) Увеличивается, т.к. металл деталей становится более пластичным.
39. Чем характерен «жесткий» режим сварки?
- 1) Малым временем сварки и большим значением усилия осадки.
 - 2) Несколько импульсов тока с малым временем паузы между ними.
 - 3) Малым временем протеканием электрического тока большой величины.
 - 4) Малым значением усилия сжатия деталей с большой скоростью.
40. На каких режимах следует выполнять сварку сталей перлитного класса типа 30ХГСА?
- 1) На мягких.
 - 2) На жестких.
 - 3) На средних.
 - 4) Не имеет значения.
41. Какие способы контроля качества соединений, сваренных КС, находят наибольшее применение?
- 1) Визуально-измерительные.
 - 2) Радиационные.
 - 3) Механические.
 - 4) Ультразвуковой.
42. Укажите наиболее часто встречающийся дефект, характерный для различных способов КС.
- 1) Прожег.
 - 2) Непровар.
 - 3) Выплеск.
 - 4) Вмятины (ослабление сечения).
43. Какие дефекты являются характерными для стыковой сварки?
- 1) Выплески.
 - 2) Непровары.
 - 3) Перегревы.
 - 4) Поры.
 - 5) Оксидные включения.
44. Какова роль пластической деформации в образовании соединения при ТС?
- 1) Удаление окисных пленок из зоны сварки.

- 2) Уменьшение степени растекания сварочного тока.
 - 3) Уплотнение металла ядра при осадке.
 - 4) Компенсация дилатометрического эффекта.
45. Укажите причины изменения исходной структуры и свойств околошовной зоны.
- 1) Литейная усадка расплавленного металла.
 - 2) Процессы закалки, отпуска и рекристаллизации.
 - 3) Выгорание легирующих элементов в процессе нагрева.
 - 4) Наклепа.
46. Чем характеризуется степень пластической деформации при ТС?
- 1) Глубиной вмятин на поверхности деталей.
 - 2) Отношением площади поперечного сечения к установочной длине.
 - 3) Коэффициентом площади.
 - 4) Отношением скорости осадки к ее величине.
47. Чем характеризуется степень пластической деформации при стыковой сварке?
- 1) Глубиной вмятин на поверхности деталей.
 - 2) Отношением площади поперечного сечения к установочной длине.
 - 3) Коэффициентом площади.
 - 4) Отношением скорости осадки к ее величине.
48. С чем связано возможное разупрочнение околошовной зоны при стыковой сварке?
- 1) Искривлением волокон при пластическом деформировании.
 - 2) Окислением поверхности деталей при взаимодействии с окружающей средой в процессе нагрева.
 - 3) Выгоранием легирующих элементов в процессе нагрева.
 - 4) В следствии закалки, отпуска, возврата.
49. Как сказывается увеличение ширины зоны частичного расплавления?
- 1) Увеличивает вероятность появления рыхлот и горячих трещин.
 - 2) Приводит к более равномерному распределению температуры в зоне сварки.
 - 3) Увеличивает степень выгорание легирующих элементов.
 - 4) Позволяет снизить требуемую величину усилия осадки.
50. Чем обусловлено образование остаточных напряжений в точечном соединении?
- 1) Несвободной усадкой расплавленного металла.
 - 2) Тепловым расширением металла при нагреве и сдерживающего эффекта со стороны электродов.
 - 3) Наличием вредных примесей в металле.
 - 4) Перемешиванием расплавленного металла под действием электродинамических сил.
51. Как сказывается увеличение толщины свариваемых деталей на характер температурного поля?
- 1) Увеличивает неравномерность распределения температуры за счет шунтирования тока.
 - 2) Неравномерность распределения температуры уменьшается за счет большего теплоотвода в окружающие ядро слои металла.
 - 3) Не влияет на характер тепловыделения, т.к. не определяет режим сварки.
 - 4) Уменьшает неравномерность распределения температуры за счет большей площади контактирования деталей.
52. Какие основные характеристики материалов определяют свариваемость при различных способах КС?
- 1) Электропроводность.
 - 2) Теплопроводность.
 - 3) Предел прочности при разрыве.
 - 4) Ударная вязкость.
53. Материалы, принадлежащие какой группе, обладают хорошей свариваемостью?
- 1) Легкие металлы и сплавы.
 - 2) Тугоплавкие металлы и сплавы.
 - 3) Углеродистые стали.
 - 4) Средне- и высоколегированные стали и сплавы.

- 5) Титановые сплавы.
54. Какая из сталей обладает неудовлетворительной свариваемостью?
 1) 12ХМ1ФА. 2) 20Х13.
 3) Ст.3 4) 12Х18Н10Т.
55. Какое влияние оказывает увеличение силы сварочного тока и времени его протекания при ТС?
 1) Приводит к снижению прочности сварного соединения.
 2) Приводит к повышению тепловыделения и росту размеров ядра.
 3) Стабилизирует тепловыделение в зоне сварки и повышает жаропрочность сварного соединения.
56. По каким параметрам выбирается диаметр электрода при ТС?
 1) В зависимости от габаритов деталей и способа сварки.
 2) В зависимости от толщины соединяемых деталей.
 3) Определяется необходимостью последующей термообработки после сварки.
57. Как классифицируют способы ТС по способу подвода тока?
 1) Односторонняя. 2) Двусторонняя.
 3) С замкнутым нижним электродом. 4) Расщепленным электродом.
58. Усилие сжатия деталей при контактной точечной сварке на «жестком» режиме принимают:
 1) (60 - 100) S кг 2) (100 - 150) S кг
 3) (100 - 200) S кг 4) (200 - 300) S кг
59. Укажите основную причину возникновения шунтирования при шовной сварке.
 1) Разная толщина деталей. 2) Большое сварочное усилие.
 3) Загрязнение поверхностей. 4) Перекрытие сварных точек.
60. По какой зависимости следует определять диаметр контактной части электрода при ТС толщин свыше 2 мм?
 1) $(2S + 5)$ мм 2) $(1,5S + 5)$ мм
 3) $(2S + 3)$ мм 4) $(2S + 2)$ мм
61. При ТС, каких сталей наиболее вероятны внешние выплески?
 1) Холоднокатанных. 2) Горячекатанных.
 3) Со следами ржавчины. 4) Шлифованных.
62. Какой способ шовной сварки позволяет получать прочноплотные сварные соединения?
 1) Непрерывный. 2) Прерывистый.
 3) Шаговый. 4) Шовно – стыковой.
63. Чем обусловлено шунтирование сварочного тока при КС?
 1) Сгущением линий тока на отдельных участках касания деталей.
 2) Неравномерностью распределение тока по сечению электродов и деталей.
 3) Ответвлением части тока в глубь металла или в ранее сваренную точку.
64. Каким образом рассчитывается величина сварочного тока?
 1) По закону Ома. 2) По закону Джоуля-Ленца.
 3) По закону Кирхгофа. 4) По закону Ньютона.
65. В расчетах силы сварочного тока при точечной, рельефной, шовной способах сварки сопротивление сварки деталей принимают равным:
 1) $2R_{д гор}$. 2) $2R_{д} + R_{к}$
 3) $2R_{д гор} + R_{к}$ 4) $2R_{д} + 2R_{э}$
66. Какая форма рабочей поверхности электродов рекомендуется при сварке алюминиевых сплавов?
 1) Коническая. 2) Цилиндрическая.
 3) Сферическая.
67. При сварке нержавеющей сталей силу тока по сравнению с применяемой для сварки углеродистых сталей:

- 1) Увеличивают на 15-20%. 2) Уменьшают на 15-20%.
 3) Не изменяют. 4) Снижают на 50%.
68. Что затрудняет сваривать алюминиевые сплавы КС?
 1) Наличие химически и термически стойкой окисной пленки.
 2) Консервационные покрытия и смазки на поверхности деталей.
 3) Высокая теплопроводность и температуропроводность.
 4) Повышенная электропроводность.
69. Как влияет эффект Пельтье на температуру в зоне контакта при сварке разнородных металлов?
 1) Не изменяет. 2) Увеличивает.
 3) Уменьшает.
70. В чем технологические трудности точечной сварки деталей неодинаковой толщины?
 1) Трудность обеспечения одинакового усилия осадки.
 2) Несовпадение плоскостей контакта и теплового равновесия деталей
 3) Неодинаковая зона взаимного расплавления деталей.
 4) Неодинаковая требуется сила тока.
71. Укажите критическое соотношение свариваемых толщин при сварке деталей не равной толщины.
 1) 1/7 2) 1/2
 3) 1/3 4) 1/6
72. В чем технологические трудности точечной и шовной сварки разнотолщинных деталей?
 1) Обеспечением одинакового усилия сжатия.
 2) Различием зон взаимного расплавления.
 3) Несовпадением плоскостей теплового равновесия и физического контакта.
 4) Различное время нагрева.
73. В каких случаях следует применять «экранный» сварку?
 1) При сварке больших толщин.
 2) При сварке цветных металлов.
 3) При сварке деталей с соотношением толщин более 1:3.
 4) При сварке деталей с различным электрическим сопротивлением.
74. Какой диапазон толщины свариваемых деталей ТС?
 1) 0,5 – 5 мм. 2) 0,2 – 30 мм.
 3) 0,8 – 10 мм. 4) 0,2 – 5 мм.
75. Укажите одно из преимуществ РС.
 1) Малая потребляемая мощность. 2) Повышение производительности.
 3) Высокое качество сварки. 4) Малые габариты сварочного оборудования.
76. Что понимается под стыковой сваркой импульсным оплавлением.
 1) Несколькими импульсами тока.
 2) Применением импульсов напряжения повышенной частоты.
 3) Вибрация подвижной плиты создает искусственное образование и разрушение жидких перемычек.
 4) Применением импульсов напряжения пониженной частоты.
77. Укажите область рационального применения стыковой сварки оплавлением с подогревом.
 1) 500 – 1000 мм² 2) 100000 – 200000 мм²
 3) 500-10000 мм² 4) 10000 – 50000 мм²
78. Какая величина относится к основному конструктивному элементу соединения при ТС?
 1) Зазор между деталями. 2) Количество точек.
 3) Величина нахлестки. 4) Диаметр ядра.

79. Какая величина относится к конструктивному элементу соединения при ТС?
- 1) Зазор между деталями.
 - 2) Количество точек.
 - 3) Величина нахлестки.
 - 4) Глубина вмятины.
80. Какая величина относится к основному конструктивному элементу соединения при ШС?
- 1) Ширина литой зоны.
 - 2) Зазор между деталями.
 - 3) Количество точек.
 - 4) Величина нахлестки.
81. Какой величины допускается глубина вмятины?
- 1) 10%
 - 2) 20%
 - 3) 30%
 - 4) 5%
82. В каких пределах должна быть величины проплавления деталей?
- 1) 10 – 50 %
 - 2) 20 – 80 %
 - 3) 30 – 40 %
 - 4) 50 – 90 %
83. Какова величина минимального расстояния между точками?
- 1) 3 диаметра электрода.
 - 2) 2 диаметра электрода.
 - 3) 4 диаметра электрода.
 - 4) 1,5 диаметра электрода.
84. Какие способы применяются для удаления поверхностных пленок?
- 1) Гальванизация.
 - 2) Пассивирование.
 - 3) Травление.
 - 4) Восстановление.
85. Каким образом оценивают качество подготовки поверхностей?
- 1) Измерением толщины деталей.
 - 2) Измерением электрического сопротивления двух сжатых образцов.
 - 3) Измерением шероховатости поверхности.
 - 4) Измерением твердости деталей.
86. Что стремятся обеспечить при сборке деталей под ТС?
- 1) Минимальную нахлестку.
 - 2) Прихватку деталей, предотвращающую их смещение в процессе сварки.
 - 3) Минимальный зазор между деталями.
 - 4) Прихватку деталей, обеспечивающей взаимное базирование деталей.
87. Какую циклограмму изменения усилия необходимо использовать при ТС сталей, склонных к образованию горячих трещин?
- 1) С проковкой.
 - 2) С постоянным усилием.
 - 3) С повышенным предварительным усилием.
 - 4) С плавным повышением предварительного усилия.
88. В каком случае шовной сварки можно осуществлять проковку?
- 1) С непрерывным включением сварочного тока.
 - 2) С прерывистым включением сварочного тока.
 - 3) С непрерывным вращением роликов.
 - 4) С прерывистым вращением роликов.
89. Как влияет коэффициент теплопроводности стали на ее свариваемость?
- 1) Позволяет снизить величину сварочного тока.
 - 2) Повышает склонность к горячим трещинам.
 - 3) Увеличивает ЗТВ.
 - 4) Уменьшает ЗТВ.
90. Как влияет температурный интервал хрупкости на свариваемость?
- 1) Определяет склонность к образованию межкристаллитной коррозии.
 - 2) Определяет склонность к образованию холодных трещин.
 - 3) Определяет склонность к образованию горячих трещин.
 - 4) Определяет склонность к образованию ножевой коррозии.
91. Чем выше температурный интервал хрупкости тем:
- 1) Выше склонность к горячим трещинам.

- 2) Ниже склонность к горячим трещинам.
 3) Выше склонность к холодным трещинам.
 4) Ниже склонность к холодным трещинам.
92. На какой параметр режима сварки в большей степени влияет удельное электросопротивление?
 1) Сварочный ток. 2) Сварочное усилие.
 3) Время сварки. 4) Диаметр электрода.
93. На какой параметр режима сварки в большей степени влияет коэффициент теплопроводности?
 1) Сварочный ток. 2) Сварочное усилие.
 3) Время сварки. 4) Диаметр электрода.
94. Какие свойства низколегированных сталей затрудняют их свариваемость?
 1) Склонность к закалке. 2) Склонность к образованию горячих трещин.
 3) Водородная хрупкость. 4) Высокая температура плавления.
95. Какие теплофизические свойства цветных сплавов затрудняют их свариваемость?
 1) Склонность к закалке. 2) Низкая температура плавления.
 3) Высокий коэффициент теплопроводности. 4) Низкая твердость.
96. Как влияет величина сварочного тока на прочность сварной точки?
 1) Увеличивает прочность точке. 2) Уменьшает прочность точки.
 3) Увеличивает ширину ЗТВ. 4) Не сказывается на прочностных свойствах соединения.
97. Как влияет время сварки на прочность сварной точки?
 1) Уменьшает прочность точки. 2) Увеличивает прочность точки.
 3) Увеличивает ширину ЗТВ. 4) Не сказывается на прочностных свойствах соединения.
98. Как влияет усилие сжатия на прочность сварной точки?
 1) Уменьшает прочность точки.
 2) Увеличивает прочность точки.
 3) Незначительное оказывает влияние.
 4) Не сказывается на прочностных свойствах соединения.
99. Как влияет диаметр электрода на прочность сварной точки?
 1) Уменьшает прочность точки.
 2) Увеличивает прочность точки.
 3) Незначительное оказывает влияние.
 4) Не сказывается на прочностных свойствах соединения.
100. Как влияет установочная длина детали при стыковой сварке?
 1) Определяет величину сварочного тока.
 2) Определяет величину усилия осадки.
 3) Определяет ширину зоны нагретого металла.
 4) Определяет время сварки.
101. Из каких условий выбирают скорость оплавления?
 1) Максимальной температуры нагрева торцов.
 2) Необходимой величины усилия осадки.
 3) Равномерного нагрева деталей.
 4) Необходимой величины сварочного тока.
102. Как регулируют величину сварочного тока в контактных машинах?
 1) Изменением числа витков во вторичной обмотке сварочного трансформатора.
 2) Изменением числа витков в первичной обмотке сварочного трансформатора.
 3) Изменением зазора между обмотками сварочного трансформатора.
103. Чем характерен режим работы машин КС?
 1) Высокими виброударными нагрузками.
 2) Повторно-кратковременным включением сварочного тока.
 3) Высокими скачками напряжения во вторичном контуре.

- 4) Продолжительностью нагрева.
104. На какой ступени трансформатора можно сваривать детали наибольшей толщины (сечения) согласно паспорту машины?
- 1) На первой. 2) На предпоследней ступени.
3) На последней. 4) На резервной ступени.
105. По какому характеристика контактных машин можно определить, на какой ступени следует выполнять сварку деталей при известной силе тока?
- 1) Внешним. 2) Нагрузочным.
3) Внутренним. 4) Векторным.
106. В каком режиме работают контактные машины?
- 1) В непрерывном. 2) В кратковременном.
3) В повторно-кратковременном. 4) В повторном.
107. Какие трансформаторы используют для контактных машин?
- 1) Низкочастотные понижающие. 2) Понижающие промышленной частоты.
3) Повышающие промышленной частоты. 4) Повышающие повышенной частоты.
108. Из каких металлов изготавливают диски вторичных витков контактных трансформаторов?
- 1) Стали. 2) Меди.
3) Алюминия. 4) Бронзы.
5) Силумина.
109. Какой способ создания сжимающего усилия нашел наиболее широкое применение в контактных машинах средней и большой мощности?
- 1) Пружинный. 2) Рычажный.
3) Пневматический. 4) Гидравлический.
110. На что более всего влияет повышенная величина вылета контактных машин?
- 1) На продолжительность включения.
2) На активное сопротивление.
3) На величину индуктивного сопротивления.
4) На производительность машины.
111. Какими приемами можно снизить влияние повышенного вылета машины?
- 1) Увеличением раствора.
2) Уменьшением частоты тока.
3) Выпрямлением тока во вторичной цепи.
4) Увеличением частоты тока.
112. Какому закону подчиняется распределение витков первичной обмотки по секциям контактного трансформатора?
- 1) На усмотрение проектанта. 2) Геометрической прогрессии.
3) Арифметической прогрессии. 4) Закону регрессии.
113. Укажите рациональный способ переключения числа витков первичной обмотки контактного трансформатора средней и большой мощности.
- 1) Перемычками. 2) Штекерами.
3) Ножами. 4) Переключателями барабанного типа.
114. В многоточечных контактных машинах оптимальным принято включение трансформаторов по схеме:
- 1) Все одновременно. 2) Отдельными блоками.
3) Отдельными парами. 4) По отдельности.
115. Чем подводится ток к клещам от вторичного витка контактного трансформатора?
- 1) Медными шинами. 2) Пластинами специального профиля.
3) Токоведущими кабелями. 4) Бифилярным кабелем.
116. Оказывает ли влияние на работоспособность контактного трансформатора его пространственное расположение в корпусе машины?
- 1) Не оказывает

- 2) Снижает ПВ.
3) Увеличивает реактивное сопротивление.
4) Увеличивает активное сопротивление.
117. Какую величину ПВ обычно имеют универсальные контактные точечные машины?
1) 8%. 2) 12%.
3) 20%. 4) 50%.
118. Из каких материалов чаще всего изготавливают электроды для КС?
1) Алюминия. 2) Бронзы.
3) Меди. 4) Латунни.
119. Какова форма контактной поверхности электродов для ТС больших толщин, сварке по слою клея, легких сплавов?
1) Плоская. 2) Коническая.
3) Цилиндрическая. 4) Сферическая.
120. Чем рекомендуется выполнять заточку электродов контактных точечных машин?
1) Напильником. 2) Специальной фрезой.
3) Абразивным инструментом. 4) Наждачной бумагой.
121. Укажите рациональный термомодеформационный цикл для клеесварных соединений.
1) С постоянными величинами сварочного тока и сжимающего усилия.
2) С постоянной величиной усилия сжатия и импульсной подачей сварочного тока.
3) С седлообразной формой кривой усилия и постоянной силой сварочного тока.
4) Цикл изменения усилия с проковкой и постоянной величиной силы сварочного тока.
122. При сварке закаленных сталей, какой термомодеформационный цикл более приемлем?
1) С проковкой.
2) С подпрессовкой и проковкой.
3) С подогревающим импульсом тока.
4) С подогревающим и отжигающим импульсами тока.
123. Какие контакторы применяют в контактных машинах большой мощности?
1) Механические. 2) Игнитронные.
3) Электромагнитные. 4) Тиристорные.
124. В какую цепь сварочного контактного трансформатора включают контактор?
1) В первичную. 2) Во вторичную.
3) Не имеет значения.
125. Какой из контакторов обеспечивает строгую дозировку энергии при КС?
1) Механический. 2) Игнитронный.
3) Электромагнитный. 4) Тиристорный.
126. Выберите современный регулятор цикла сварки, которым оснащаются современные контактные машины.
1) Механический. 2) Электромеханический.
3) Электропневматический. 4) Электронный.
127. Какие контакторы применяют в контактных машинах большой мощности?
1) Механический. 2) Электромагнитный.
3) Тиристорный. 4) Игнитронный.
128. Использование, какого контактора приводит к максимальному падению напряжения?
1) Механического. 2) Электромагнитного.
3) Тиристорного. 4) Игнитронного.
129. Использование, какого контактора приводит к минимальному падению напряжения?
1) Механического. 2) Электромагнитного.
3) Тиристорного. 4) Игнитронного.

130. Какие контакторы можно отнести к вентильным?
1) Механические. 2) Электромагнитные.
3) Тиристорные. 4) Игнитронные.
131. В каком пространственном положении следует устанавливать игнитронные контакторы?
1) В вертикальном. 2) В наклонном.
3) В горизонтальном. 4) В любом.
132. Кто должен выполнять отключение и подключение контактных машин к электросети?
1) Сварщик. 2) Бригадир.
3) Электрик цеха. 4) Сварщик под наблюдением мастера.
133. Какие функции выполняет регулятор цикла сварки, установленный на контактной машине?
1) Регулирует только время протекания тока сварки.
2) Позволяет устанавливать длительность всех составляющих цикла сварки.
3) Осуществляет контроль качества сварки.
4) Выполняет регулировку давления сжатия деталей при сварке.
5) Позволяет регулировать фазовый угол отсечки напряжения на игнитронах (тиристорах) контактора.
134. Какая машина не относится к однофазным машинам переменного тока?
1) МТ 2) МР
3) МШ 4) МТВ
135. Какая машина не относится к машинам постоянного тока?
1) МТВ 2) МТП
3) МТВД
136. Какая машина не относится к конденсаторным машинам?
1) МТП 2) ТКМ
3) МТК
137. Мгновенные значения напряжения и тока, в однофазных машинах переменного тока, имеют форму:
1) Гиперболы. 2) Параболы.
3) Синусоиды.
138. С помощью какого элемента происходит включение и выключение сварочного трансформатора от сети.
1) Конденсатора. 2) Контактora.
3) Выпрямителя. 4) Генератора.
139. Контактор, устанавливаемый в первичной обмотке сварочного трансформатора служит для:
1) Включения первичного тока.
2) Выключения первичного тока.
3) Включения и выключения первичного тока.
4) Включения вторичного тока.
140. Какие контакторы используются на маломощных контактных машинах с продолжительным циклом сварки.
1) Механические. 2) Электромагнитные.
3) Вентильные. 4) Электромеханические.
141. Какие контакторы способны пропускать строго дозированные порции энергии.
1) Механические. 2) Электромагнитные.
3) Вентильные. 4) Электромеханические.
142. Какие контакторы необходимо монтировать в строго вертикальном положении.
1) Механические. 2) Электромагнитные.

- 3) Тиристорные. 4) Игнитронные.
143. Импульсы, сформированные во вторичных обмотках трансформатора подаются на:
- 1) Управляющие электроды тиристоров.
 - 2) Резисторы.
 - 3) Диоды.
 - 4) Транзисторы.
144. Что служит предотвращению намагничиванию сварочного трансформатора при сварке однополярными импульсами тока?
- 1) Коммутатор полярности.
 - 2) Конденсаторная батарея.
 - 3) Переключатель.
 - 4) Диодный мост.
145. Чем регулируют сварочный ток и форму импульса тока?
- 1) Изменением параметров U_1 , C , K
 - 2) В разрядную цепь включают несколько конденсаторов друг за другом.
 - 3) Изменением длительности тока t_{\max} , T .
 - 4) Коммутатором полярности.
146. Основные параметры электрической части машин:
- 1) Максимальный ток короткого замыкания $I_{2k\max}$;
 - 2) Кратковременный ток $I_{кр}$;
 - 3) Максимальное вторичное напряжение сварочного трансформатора $U_{20\max}$;
 - 4) Максимальное время включения сварочного тока.
147. Для подвода сварочного тока к деталям служит:
- 1) Вторичный контур ВК.
 - 2) Выпрямитель В.
 - 3) Аккумулятор энергии Ак.
 - 4) Вторичный виток сварочного трансформатора.
148. Фазовое регулирование сварочного тока осуществляется:
- 1) Аппаратурой управления АУ.
 - 2) Коммутатором полярности КП.
 - 3) Выпрямителем В.
 - 4) Контакторм К.
149. Что такое нагрузочная характеристика машин:
- 1) Зависимость сварочного тока $I_{св}$ от электрического сопротивления деталей $r_{ээ}$.
 - 2) Зависимость падения напряжения на электродах $U_{ээ}$ от электрического сопротивления деталей $r_{ээ}$.
 - 3) Зависимость активной мощности, развиваемой на участке цепи между электродами $P_{ээ}$ от электрического сопротивления деталей $r_{ээ}$.
 - 4) Зависимость сварочного тока $I_{св}$ от падения напряжения на электродах $U_{ээ}$.
150. Что такое внешняя характеристика машины:
- 1) Зависимость напряжения на электродах U_2 от сварочного тока $I_{св}$.
 - 2) Зависимость активной мощности P_1 потребляемой машиной из сети от электрического сопротивления деталей $r_{ээ}$.
 - 3) Зависимость сварочного тока $I_{св}$ от сопротивления $Z_{2к}$.
 - 4) Зависимость сварочного тока $I_{св}$ от падения напряжения на электродах $U_{ээ}$.
151. Наклон внешних характеристик зависит от:
- 1) Сопротивления $Z_{2к}$.
 - 2) Индуктивного сопротивления короткого замыкания машины $x_{2к}$.
 - 3) Максимального тока короткого замыкания $I_{2к\max}$.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Шкала оценивания промежуточной аттестации			
		Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ПК-3.1 Производит анализ и разработку нормативной, технической и производственно-технологической документации новых технологических процессов	Знает источники нормативной документации; требования к разработке технической и производственно-технологической документации новых технологических процессов	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
	Умеет оценить необходимость разработки технической и производственно-технологической документации новых технологических процессов				
	Владеет навыками разработки технической и производственно-технологической документации технологических процессов				

Перечень вопросов промежуточной аттестации

1. Определение контактной сварки.
2. Классификация способов контактной сварки.
3. Классификация способов контактной сварки по технологическому способу получения соединения.
4. Кристаллическая структура твердых тел и ее дефекты.
5. Образование сварных соединений при холодной сварке.
6. Условия формирования сварных соединений при точечной сварке.
7. Условия формирования сварных соединений при рельефной сварке.
8. Условия формирования сварных соединений при шовной сварке.
9. Термомеханические процессы при образовании сварных соединений.
10. Нагрев металла электрическим током.
11. Источники теплоты при КС.
12. Схема образования контактных сопротивлений.
13. Контактные сопротивления.
14. Электрические поля при КС.
15. Температурные поля при КС.
16. Шунтирование тока.
17. Техническая поверхность металла.
18. Удаление поверхностных пленок.
19. Условия формирования сварных соединений при стыковой сварке.
20. Конструктивные элементы сварных соединений.
21. Классификация машин контактной сварки.
22. Основные технологические характеристики машин.
23. Электрическая часть машин контактной сварки.
24. Сварочный контур машин КС.
25. Режимы работы машин КС.
26. Энергетические параметры машин КС.
27. Электрическая часть машин КС.
28. Однофазные машины переменного тока.
29. Трехфазные низкочастотные машины.
30. Трехфазные машины с выпрямлением тока во вторичном контуре.
31. Конденсаторные машины.
32. Электроды.
33. Затраты мощности при точечной сварке.
34. Саморегулирование машин КС.
35. Нагрузочные характеристики машин КС.
36. Внешние характеристики машин КС.
37. Аппаратура управления машин КС.
38. Аппаратура для включения и регулирования сварочного тока.
39. Аппаратура управления циклами сварки.
40. Автоматическое регулирование процессов КС.
41. Технологический процесс производства сварных конструкций КС.
42. Конструктивные элементы сварных соединений выполненных КС.

- 43.Классификация сплавов по свойствам и режимам сварки.
- 44.Параметры режима сварки.
- 45.Особенности процесса точечной сварки.
- 46.Особенности процесса шовной сварки.
- 47.Технология точечной сварки деталей равной толщины.
- 48.Технология точечной сварки разных металлов.
- 49.Технология сварки разноименных металлов.
- 50.Технология точечной сварки деталей малой толщины
- 51.Технология точечной сварки деталей большой толщины.
- 52.Технология точечной сварки трех деталей.
- 53.Технология точечной сварки деталей разной толщины.
- 54.Технология шовной сварки.
- 55.Технология стыковой сварки сопротивлением.
- 56.Технология стыковой сварки оплавлением.
- 57.Особенности процесса стыковой сварки.
- 58.Режимы стыковой сварки разных металлов.
- 59.Дефекты сварных соединений, выполненных контактной сваркой.
- 60.Технико-экономические показатели.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

**по дисциплине «Технологические основы сварки давлением»
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»**

профиль «Аддитивные и цифровые технологии»

Форма подготовки очная

**Владивосток
2022**

Задание 1
**«РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ
 СВАРКИ»**

Сварочный ток рассчитывают по закону Джоуля-Ленца

(1)

где, $Q_{\text{ЭЭ}}$ – общее количество теплоты, затрачиваемой на образование сварного соединения; m_r – коэффициент, учитывающий изменение $Q_{\text{ЭЭ}}$ в процессе сварки.

Для низкоуглеродистых сталей $m_r \approx 1$, для алюминиевых и магниевых сплавов – 1,15, коррозионно-стойких сталей – 1,2, сплавов титана – 1,4.

В свою очередь $Q_{\text{ЭЭ}}$ определяется по уравнению теплового баланса

$$Q_{\text{ЭЭ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3. \quad (2)$$

Q_1 – энергия, затрачиваемая на нагрев до $T_{\text{пл}}$ столбика металла высотой $2S$ и диаметром основания $d_{\text{э}}$ ($d_{\text{э}} \approx d$); Q_2 – теплота, расходуемая на нагрев металла в виде кольца шириной x_2 , окружающего ядро; среднюю температуру кольца принимают равной $0,25T_{\text{пл}}$, достигаемой на его внутренней поверхности в контакте деталей; Q_3 – потери теплоты в электроды, которые учитываются нагревом условного цилиндра в электродах высотой x_3 до средней температуры $T_{\text{э}}$. Считая, что температуры на контактной поверхности $T_{\text{эд}} \approx 0,5T_{\text{пл}}$, а $T_{\text{э}} \approx 0,25T_{\text{эд}}$, можно принять, что $T_{\text{э}} \approx T_{\text{пл}}/8$ (рис. 1).

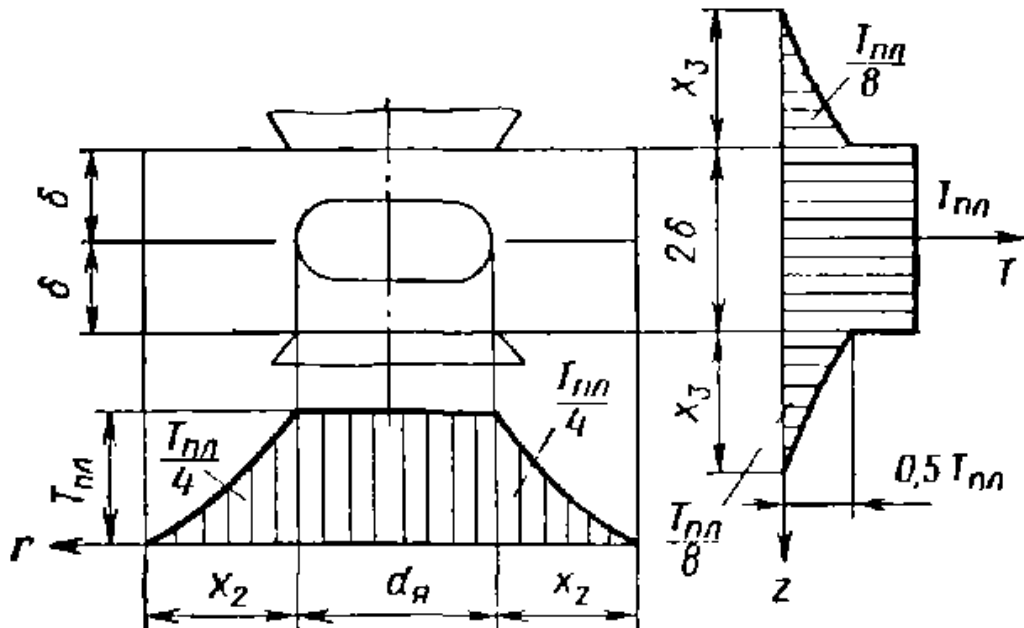


Рис. 1. Схема расчета действующего значения сварочного тока при точечной сварке

Энергия Q_1 расходуется на нагрев до $T_{\text{пл}}$ объема металла большего, чем объем ядра, что дает возможность учесть скрытую теплоту плавления металла:

$$Q_1 = \left(\pi d_{\text{э}}^2 / 4 \right) 2s c \gamma T_{\text{пл}}$$

При расчете Q_2 принимаем, что заметное повышение температуры наблюдается на расстоянии x_2 от границы ядра. Значение x_2 определяется временем сварки и температуропроводностью (a_m) металла:

$$x_2 = 4\sqrt{a_m t_{cв}}$$

Для низкоуглеродистых сталей $x_2 = 1,2\sqrt{t_{cв}}$ алюминиевых сплавов $x_2 = 3,1\sqrt{t_{cв}}$ и меди $x_2 = 3,3\sqrt{t_{cв}}$.

Если площадь кольца $\pi x_2(d_э + x_2)$ и высота $2s$, средняя температура нагрева $T_{пл}/4$, то ориентировочно

$$Q_2 = k_1 \pi x_2 (d_э + x_2) 2sc \gamma T_{пл} / 4,$$

где k_1 – коэффициент, близкий к 0,8, учитывает, что средняя температура кольца несколько ниже средней температуры $T_{пл}/4$ в связи со сложным распределением температуры по ширине этого кольца, так как наиболее интенсивно нагретые участки расположены у внутренней поверхности кольца.

Потери теплоты в электроды Q_3 можно оценить, принимая, что за счет теплопроводности нагревается участок электрода длиной $x_3 = 4\sqrt{a_э t_{cв}}$ и объемом $k_2 \pi d_э^2 x_3 / 4$ до $T_{пл}/8$. Коэффициент k_2 учитывает форму электрода: для цилиндрического электрода $k_2 = 1$, электрода с конической рабочей частью и плоской рабочей поверхностью $k_2 = 1,5$, для электрода со сферической рабочей поверхностью $k_2 = 2$. Тогда

$$Q_3 = 2k_2 (\pi d_э^2 / 4) x_3 c_э \gamma_э T_{пл} / 8,$$

где $c_э$ и $\gamma_э$ – теплоемкость и плотность металла электрода.

Зная составляющие теплового баланса, по формуле (2) определяем $Q_{ээ}$. Далее, приняв технологически целесообразное время сварки можно, пользуясь формулой (1), рассчитать действующее значение сварочного тока.

Задание 2
«РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ШОВНОЙ КОНТАКТНОЙ
СВАРКИ»

Выбор режима шовной сварки применительно к заданной толщине и марке металла заключается в подготовке роликов, поверхности свариваемых деталей и в нахождении оптимальных значений параметров режима сварки. В зависимости от толщины образца ширина рабочей поверхности роликов (δ), устанавливается по зависимости

$$\delta = 2\delta + 2, \text{ мм}$$

Режим шовной сварки определяется следующими параметрами: шагом точек (a); усилием сжатия ($P_{сж}$); временем сварки ($t_{св}$); коэффициентом цикла сварки (e), скоростью сварки ($V_{св}$); силой тока ($I_{св}$).

Шаг точек определяет герметичность шва и принимается по соотношению

$$a = k \cdot \delta,$$

где δ - толщина образца, мм

k – коэффициент, равный для:
малоуглеродистых сталей = 3,0;
аустенитных сталей = 2,6;
медных сплавов = 2,2.

Усилие сжатия оказывает существенное влияние на электрическое сопротивление сварочного контакта и условия деформирования металла. С увеличением усилия сжатия при неизменных остальных параметрах уменьшается сопротивление контакта, выделение в нем тепла и размеры сварной точки.

Для малоуглеродистой и низколегированной сталей, медных и титановых сплавов

$$P_{сж} = 1000 + 2000 \cdot \delta;$$

для аустенитных сталей

$$P_{сж} = 1000 + 4000 \cdot \delta;$$

где δ - толщина свариваемого листа, мм,

$P_{сж}$ – усилие сжатия, Н.

Время сварки – один из основных параметров режима шовной сварки, существенно влияющий на размеры сварной точки и ее прочность. Время

сварки выбирается в зависимости от марки и толщины свариваемого металла. Значительное увеличение времени сварки может привести к выплескам металла.

Для малоуглеродистых и низколегированных сталей:

$$t_{св} = 0,04(1 + \delta^2 \cdot 10^6).$$

Для аустенитной стали:

$$t_{св} = 0,03(1 + \delta^2 \cdot 10^6).$$

Для медных сплавов:

$$t_{св} = 0,02(1 + \delta^2 \cdot 10^6).$$

Для титановых сплавов:

$$t_{св} = 0,06(1 + \delta^2 \cdot 10^6),$$

где $t_{св}$ - в сек, δ - в м.

Рассчитанное по формулам время необходимо округлить до значений, кратных 0,02.

Коэффициент цикла сварки (e) определяется свойствами свариваемого материала. С увеличением тепло λ и электропроводности материала он уменьшается.

$$e = \frac{t_{св}}{t_{св} + t_n},$$

где t_n - время паузы.

Для малоуглеродистой стали $e = 0,5$; для низколегированной, аустенитной стали и титановых сплавов $e = 0,4$; для медных сплавов $e = 0,25$. Время паузы для различных металлов может быть определено как:

$$t_n = t_{св} (e^{-1} - 1).$$

Скорость сварки определяется условиями кристаллизации металла в расплавленном ядре. С увеличением толщины свариваемых деталей скорость сварки уменьшается. С увеличением скорости сварки до определенных значений, кристаллизация металла в расплавленном ядре может завершиться в пределах зоны пластического деформирования от усилия сжатия роликов, что вызовет образование в шве значительных усадочных дефектов. Скорость сварки рассчитывают по формуле

$$V_{св} = \frac{a}{t_{св} + t_n}.$$

Сила тока влияет на нагрев металла и зависит от усилия сжатия, толщины свариваемых листов и шага точек и рассчитывается по формулам:

Для малоуглеродистой и низколегированной стали

$$I_{св} = 86 \cdot 10^5 \sqrt{d_k^3 / \sqrt{t_T}} .$$

Для аустенитной стали и титановых сплавов

$$I_{св} = 26 \cdot 10^5 \sqrt{d_k^3 / \sqrt{t_T}} .$$

Для медных сплавов

$$I_{св} = 258 \cdot 10^5 \sqrt{d_k^3 / 1,2 \sqrt{t_T}} ,$$

где d_k – диаметр контакта к концу нагрева;

$$d_k = \sqrt{\frac{4P_{сж}}{\pi \cdot \sigma_{\delta}}} ,$$

где $P_{сж}$ – усилия сжатия деталей, σ_{δ} - сопротивление деформации металла к концу нагрева.

t_T - время, приходящееся на образование участка шва диаметром d_k , который определяется также, как и при точечной сварке

$$t_T = t_{св} \cdot \frac{d_k}{d_k + V_{св} \cdot t_{св}} .$$

Общая сила тока сварочной машины определяется

$$I_2 = I_{св} + I_{ш} ,$$

где $I_{ш}$ – ток, шунтирующийся через соседнюю, только что сваренную точку

$$I_{ш} = 3I_{св} \cdot \frac{\delta}{d_k} .$$

Задание 3

Стыковая сварка сопротивлением

Основные параметры стыковой сварки сопротивлением: сила сварочного тока I , усилие осадки $P_{ос}$, установочная длина L_n , припуск на осадку $S_{ос}$, время нагрева $t_{св}$. (табл. 2).

Сила сварочного тока I (в А) подсчитывается по формуле:

$$I = F \cdot j ,$$

где F – площадь сечения свариваемого прутка, $мм^2$;
 j – плотность тока, $А/мм^2$ (определяется по табл. 1 в зависимости от площади сечения прутка).

Таблица 1

Ориентировочные величины плотности тока и времени нагрева от площади сечения прутка при стыковой сварке сопротивлением

Площадь сечения прутка, мм ²	Плотность тока, А/мм ²	Время нагрева, сек.
6	300	0,2 – 0,3
25	200	0,6 – 0,8
50	160	0,8 – 1,0
100	140	1,0 – 1,5
150	120	1,2 – 2,0
200	100	1,4 – 2,5
250	80	1,6 – 3,0
300	60	1,8 – 3,5
350	40	2,0 – 4,0
400	20	2,2 – 4,5

Величину усилия осадки P_{OC} (в кгс) подсчитывают как произведение удельного давления осадки p на площадь сечения свариваемого прутка F :

$$P_{OC} = p \cdot F,$$

При сварке малоуглеродистой стали удельное давление p принимается равным 2 – 5 кгс/мм².

Установочная длина L_H (в мм) – расстояние от торца заготовки до внутреннего края электрода стыковой машины, измеренная до начала сварки. Длина L_H зависит от теплофизических свойств металла, конфигурации стыка и размеров заготовки. При недостаточной установочной длине детали прогреваются недостаточно, т.к. тепло интенсивно отводится в губки. Завышение ее сопровождается перегревом деталей и увеличением длины деформируемого участка. Кроме того, возможны перекосы или несоосность торцов вследствие потери устойчивости. Для углеродистых сталей установочная длина равняется $L_H = (0,5 - 0,7) d$, где d - диаметр свариваемого прутка, мм.

Припуск на осадку C_{OC} (в мм) распределяется на осадку под током и осадку без тока. Если осадка недостаточна, в стыке остаются окислы и раковины, наблюдаются непроваренные участки. При завышении величины осадки качество стыков также понижается вследствие искривления волокон и перегрева металла.

Для прутков припуск на осадку определяется:

$$C_{OC} = 0,7 \cdot \sqrt[3]{d} + 0,07 \cdot d$$

Время нагрева t_{CB} (в сек) – время прохождения тока через заготовки зависит от плотности тока и площади сечения свариваемого прутка (табл. 1). Завышенное время нагрева является одной из причин возникновения окислов в стыке и образования малопластичной перегретой структуры металла.

Таблица 2

Расчет параметров стыковой сварки сопротивлением

№	Наименование параметра	Расчетная	Численное
---	------------------------	-----------	-----------

п/п		формула	значение
1	Диаметр свариваемого прутка d , мм		
2	Площадь сечения прутка F , мм ²		
3	Плотность тока j , А/мм ²		
4	Сила сварочного тока I , А		
5	Удельное давление осадки P , кгс/мм ²		
6	Усилие осадки $P_{ос}$, кгс		
7	Установочная длина L_H , мм		
8	Припуск на осадку $C_{ос}$, мм		
9	Время нагрева $t_{св}$, сек.		

Исходные данные для выполнения работы по контактной сварке

№ варианта	Стыковая сварка	Непрерывная роликовая сварка	
	Диаметр свариваемого прутка d , мм	Толщина свариваемого металла S , мм	Плотность тока j , А / мм ²
1	3,0	0,2	400
2	3,5	0,3	390
3	4,0	0,4	380
4	4,5	0,5	370
5	5,0	0,6	360
6	5,5	0,7	350
7	6,0	0,8	340
8	6,5	0,9	330
9	7,0	1,0	320
10	7,5	1,1	310
11	8,0	1,2	300
12	8,5	1,3	290
13	9,0	1,4	280
14	9,5	1,5	270
15	10,0	1,6	260
16	10,5	1,7	250
17	11,0	1,8	240
18	11,5	1,9	230
19	12,0	2,0	220
20	12,5	2,1	210
21	13,0	2,2	205
22	13,5	2,3	200
23	14,0	2,4	195
24	14,5	2,5	190
25	15,0	2,6	185
26	16,0	2,7	180
27	17,0	2,8	170
28	18,0	2,9	165
29	19,0	3,0	160
30	20,0	3,1	150

Задание 3
**«РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА СТЫКОВОЙ КОНТАКТНОЙ
 СВАРКИ»**

Параметрами режима стыковой сварки оплавлением являются:

- 1) средние скорости оплавления $V_{опл}$ и осадки $V_{ос}$;
- 2) припуски на оплавление $l_{опл}$, подогрев $l_{под}$ и осадку $l_{ос}$, в том числе осадку под током $l_{ост}$ и осадку без тока $l_{осбт}$;
- 3) установочная длина l и длина закрепления S ;
- 4) усилие осадки $P_{ос}$ и зажатия $P_з$;
- 5) средняя величина тока оплавления $I_{опл}$.

Среднее значение скорости оплавления и осадки для различных свариваемых материалов находятся по данным табл. 3.

Таблица 3

Металл	Скорость оплавления, мм/с		Скорость осадки, мм/с
	средняя	Перед осадкой	
Малоуглеродистая сталь	0,5-1,5	2-5	15-20
Низколегированная сталь	1,5-2,0	4-5	20-30
Аустенитная сталь	2,5-3,5	5-7	30-50

Припуски на оплавление и осадку в мм при стыковой сварке стержней из конструкционных сталей на оба стержня приведены в табл. 4.

Таблица 4

Диаметр стержня, мм	Припуск при сварке с подогревом		Припуск при сварке с непрерывным оплавлением	
	На оплавление	На осадку	На оплавление	На осадку
10	5	2,3	5,7	2,3
18	8	3,2	13,0	3,0
22	9	3,6	15,0	3,2
26	11	3,8	18,5	3,5
30	12	4,0	21,5	3,8
40	14	5,5	28,5	4,5
45	15	6,0	31,5	5,5

Величина припуска на осадку под током находится из соотношения

$$l_{ост} = (0,4-0,6)l_{ос} \text{ для сварки непрерывным оплавлением и}$$

$$l_{ост} = 0,3l_{ос} \text{ - для сварки с подогревом.}$$

Установочная длина с учетом припуска на оплавление и осадку

$$l = (0,7-1,0) d + \frac{l_{опл} + l_{ос}}{2},$$

где d - диаметр стержня, мм.

Длина закрепления

$$S = (1,5-3,0) d.$$

Усилие осадки рассчитывается для различных свариваемых металлов как произведение площади сечения изделия на давление осадки, которое выбирается по данным табл. 5.

Таблица 5

Металл	Давление осадки, Мпа для сварки	
	Непрерывным оплавлением	Оплавлением с подогревом
Малоуглеродистая сталь	80-100	40-60
Низколегированная сталь	100-120	40-60
Аустенитная сталь	160-250	100-180

Усилие зажатия определяется в зависимости от усилия осадки по формуле

$$P_z = (2-4) P_{ос}$$

Средняя величина тока при оплавлении рассчитывается по формуле

$$I_{опл} = \sqrt{\frac{V_{опл} \cdot F \cdot \gamma [c(T_{опл} - T_{под}) + 274] + 2\lambda \cdot F \cdot dT/dx}{0,7R_{опл}}},$$

где $V_{опл}$ – скорость оплавления, м/с;

F - площадь сечения изделия, м²;

γ , λ , c – плотность, кг/м³; средняя удельная теплопроводность, Вт/(м °С);
средняя удельная теплоемкость, Дж/(кг °С);

$T_{опл}$ – средняя температура капель металла, вылетающих из стыка (для стали $T_{опл} = 1500$ °С);

$T_{под}$ – температура подогрева изделия (при сварке стали оплавлением с подогревом принимается равной 800 – 1000 °С);

dT/dx – градиент температуры у стыка (для стали принимается в пределах $4 \cdot 10^5$ - $8 \cdot 10^5$ °С/м);

$R_{опл} = \frac{4,44}{\sqrt[3]{F^2 V_{опл} \cdot i}}$ - сопротивление стыка при оплавлении, Ом;

i – плотность тока (при сварке стали принимается в пределах 5-15 10^6 А/м²).