

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.05.03
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии термомеханических способов сварки

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)
15.04.01 Машиностроение

направленность (профиль)/специализация
Производство и ремонт сварных конструкций газонефтехимического оборудования

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 8 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Форма контроля	ЭКЗ	
Вид занятий		
Лекции	18	18
Лабораторные	28	28
Практические	28	28
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	-
Промежуточная аттестация	178,35	178,35
Контактная работа	252,35	252,35
Самостоятельная работа	-	-
Контроль	35,65	35,65
Итого	288	288

Рабочую программу составил:

Доцент, доцент, к.т.н., Климов А.С.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки

15.04.01 Машиностроение

Срок действия программы практики до « 04 » сентября 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры СОМДиРП

(протокол заседания № 2 от « 4 » сентября 2020 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель – овладение студентом теоретическими знаниями и практическими навыками по процессам сварки давлением, внедрению, совершенствованию и разработке новых технологий сварки давлением в современном производстве.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Технология конструкционных материалов, Материаловедение, Теория сварочных процессов, Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки, Специальные методы сварки, Материаловедение сварки и пайки.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: научно-исследовательская практика, подготовка магистерской диссертации.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
(ПК-1); способностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования в машиностроении	(ИД-1, ПК-1) Выполняет расчеты и определяет оптимальные технологические режимы и параметры сварки конструкций	Знать: уровень и проблемы контактной сварки и направления их решения, устройство и принцип действия оборудования для контактной сварки
		Уметь: выбирать стандартное оборудование и составлять задание на разработку специализированного технологического оборудования
		Владеть: навыками выбора методик исследования и оптимизации технологических процессов контактной сварки и оборудования для контактной сварки, проектирования общей компоновки и основных элементов оборудования для контактной сварки
(ПК-2); способен применять прогрессивные технологии сварки и пайки, методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении сварных и паяных изделий;	(ИД-1, ПК-2) Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных и исследовательских работ по сварочному производству	Знать: особенности влияния параметров режима контактной сварки на свойства сварных соединений, требования по качеству и эксплуатационным свойствам к сварным соединениям
		Уметь: организовать основные и вспомогательные процессы при изготовлении изделий с использованием контактной сварки и контроле качества сварки, назначать параметры режима контактной сварки
		Владеть: навыками работы с аппаратурой управления и измерительной аппаратурой для контактной сварки, диагностики качества сварки, методикой выбора оптимальных параметров режима контактной сварки
(ПК-5); способен организовать проведение анализа и анализировать структуру	(ИД-1, ПК-5) Внедряет прогресс	Знать: основные направления развития термометрических способов сварки, сущность, классификацию и параметры основных спосо-

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
новых основных и сварочных материалов, адаптировать методики исследования свойств сварочных материалов, припоев, сварных и паяных соединений к потребностям производства и разрабатывать специальные методики контроля свойств сварочных материалов и сварных соединений	сивные технологические процессы по сварке и родственным процессам	бов сварки давлением; диффузионные процессы в твёрдых телах
		Уметь: рекомендовать возможные технологические процессы для получения соединений с использованием термомеханических способов сварки
		Владеть: навыками поиска научной и технической информации по термомеханическим способам сварки, навыками работы на измерительном и исследовательском оборудовании, методиками испытаний и проверки качества соединений

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Се-местр	Объем, ч.	Бал-лы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Теоретические основы темодеформационных способов сварки	Лек.	1.1. Актуальность, цель и задачи дисциплины	3	2	-	-	Тесты
	Лек.	1.2. Кристаллическое и аморфное состояние материалов	3	2	-	-	Тесты
	Лек.	1.3. Структура и геометрия металлической поверхности. Контакт поверхностей	3	2	-	-	Тесты
	Лаб.	Лаб. № 1. Классификация и основные параметры процессов сварки давлением металлов	3	4	-	4	Отчет по лаб. раб.
	Лаб.	Лаб. № 2. Измерение сопротивления электрод-электрод при контактной сварке	3	4	-	4	Отчет по лаб. раб.
	Лаб.	Лаб. № 3. Основы технологии контактной стыковой сварки сопротивлением и оплавлением	3	4	-	4	Отчет по лаб. раб.
	Лаб.	Лаб. № 4. Основы технологии контактной точечной и шовной сварки	3	4	-	4	Отчет по лаб. раб.
	Пр.	Пр. № 1. Расчёт площадей сечения элементов вторичного контура	3	4	-	4	Отчет по пр. раб.
	Пр.	Пр. № 2. Выбор ступеней сварочного трансформатора	3	4	-	4	Отчет по пр. раб.
	Пр.	Пр. № 3. Выбор диаметра поршня цилиндра привода сжатия контактных машин	3	4	-	4	Отчет по пр. раб.
	Пр.	Пр. № 4. Проектирование принципиальной схемы привода сжатия	3	4	-	4	Отчет по пр. раб.
	Сам.	Самостоятельное изучение учебных материалов	3	0	-	-	Тесты
Модуль 2. Основные и сопутствующие процессы термометодических способов сварки	Лек.	2.1. Механические, тепловые и электрические эффекты в плоскости контакта при его деформациях	3	2	-	-	Тесты
	Лек.	2.2. Диффузионные процессы в твёрдых телах	3	2	-	-	Тесты
	Лек.	2.3. Топохимические реакции при сварке давлением	3	2	-	-	Тесты
	Лек.	2.4. Энергетические показатели металлофизических процессов в контакте	3	2	-	-	Тесты
	Лек.	2.5. Основы взаимодействия металлов при сварке давлением	3	2	-	-	Тесты
	Лек.	2.6. Подобие физических процессов в свариваемом кон-	3	2	-	-	Тесты

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Се-местр	Объем, ч.	Бал-лы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		также					
	Лаб.	Лаб. № 5. Измерение электрических и энергетических показателей сварки давлением	3	4	-	4	Отчет по лаб. раб.
	Лаб.	Лаб. № 6. Измерение активной и индуктивной составляющих комплексного сопротивления вторичного контура контактных сварочных машин	3	4	-	4	Отчет по лаб. раб.
	Лаб.	Лаб. № 7. Особенности фазового регулирования тока на машинах контактной сварки	3	4	-	4	Отчет по лаб. раб.
	Пр.	Пр. № 5. Определение коэффициента мощности контактных машин	3	4	-	4	Отчет по пр. раб.
	Пр.	Пр. № 6. Назначение параметров режима контактной сварки	3	4	-	4	Отчет по пр. раб.
	Пр.	Пр. № 7. Проектирование вторичного контура контактных сварочных машин	3	4	-	4	Отчет по пр. раб.
	Сам.	Самостоятельное изучение учебных материалов	3	0	-	-	Тесты
		Контроль	3	35,65	-		
		Промежуточная аттестация	3	178,35	-		
Итого:				288	-		

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины применяются информационные технологии традиционно-го, модульного (по отдельным темам) обучения, интерактивные практические работы, видеофильмы, информационные технологии (интернет) и элементы технологии проектного обучения, путем создания студентом презентаций по заданной теме. Используется тестирование для оценки степени усвоения материала.

6. Методические указания по освоению дисциплины

При реализации дисциплины применяются технологии традиционного обучения в форме лекций и самостоятельной работы, контекстного обучения в форме контекстно-информационных и контекстно-научных лекций с применением методов информационного моделирования, компьютерные программы, моделирующие изучаемые процессы, лабораторные работы проводятся на установках и стендах, применяемых в научных исследованиях в НОЦ «Сварка».

Освоение содержания учебной дисциплины осуществляется на лекциях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов. Следует обратить внимание на важность конспектирования на лекциях и учитывать рекомендации по изучению литературы для самостоятельной подготовки по дисциплине. На лабораторных работах студенты формируют навыки самостоятельного моделирования распространения тепла в технологического процесса сварки материала.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	(ПК-1); способностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования в машиностроении	<i>Тестовые задания №1-500</i> <i>Вопросы к экзамену №1-32</i> <i>Отчёт по практической работе № 1...3</i> <i>Отчёт по лабораторной работе № 1...3</i>
3	(ПК-2); способен применять прогрессивные технологии сварки и пайки, методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении сварных и паяных изделий;	<i>Тестовые задания №1-500</i> <i>Вопросы к экзамену №1-32</i> <i>Отчёт по практической работе № 4...5</i> <i>Отчёт по лабораторной работе № 4...5</i>
3	(ПК-5); способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых основных и сварочных материалов, адаптировать методики исследования свойств сварочных материалов, припоев, сварных и паяных соединений к потребностям производства и разрабатывать специальные методики контроля свойств сварочных материалов и сварных соединений	<i>Тестовые задания №1-500</i> <i>Вопросы к экзамену №1-32</i> <i>Отчёт по практической работе № 6...7</i> <i>Отчёт по лабораторной работе № 6...7</i>

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Практическая работа № 2 «Выбор ступеней сварочного трансформатора» (наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

ВОПРОС 2.3 Выбрать ступень сварочного трансформатора для контактной точечной сварки деталей из сплава АМг6 и толщины свариваемых листов 2+2 мм на машине, обладающей активным $R_2=90$ мкОм и индуктивным $X_2=180$ мкОм составляющими полного сопротивления вторичного контура.

Таблица ступеней сварочного трансформатора

Ступень	Коэффициент трансформации K_T	Ступень	Коэффициент трансформации K_T	Ступень	Коэффициент трансформации K_T
1	140	7	80	12	55
2	130	8	70	13	50
3	120	9	70	14	45
4	110	10	65	15	40
5	100	11	60	16	35
6	90				

Варианты ответов

- 1) ступень 10
- 2) ступень 13
- +3) ступень 15
- 4) ступень 16

Алгоритм решения задания

- 1) Для заданных толщин и материала свариваемого пакета деталей произвести выбор сварочного тока $I_{св}$.
- 2) Для заданных толщин и материала свариваемого пакета деталей произвести выбор активного сопротивления сварочного участка «электрод-электрод» $R_{ээ}$.
- 3) Вычислить значение полного сопротивления машины в режиме сварки:

$$Z_{2св} = \sqrt{(R_{2к} + R_{ээ})^2 + X_{2к}^2}.$$

- 4) Вычислить требуемую величину вторичного напряжения:

$$U_2 = I_{св} \cdot Z_{2св}.$$

- 5) (Для таблицы с вторичным напряжением на каждой ступени) Из таблицы ступеней выбрать ступень трансформатора с ближайшим большим значением вторичного напряжения холостого хода U_{20} .
- 6) (Для таблицы коэффициентами трансформации на каждой ступени) Вычислить требуемый коэффициент трансформации по формуле:

$$K_t = \frac{380}{U_2},$$

а из таблицы ступеней выбрать ступень с ближайшим меньшим значением коэффициента трансформации

Справочные данные для решения второй тестовой задачи

Режимы точечной сварки низкоуглеродистых сталей

Толщина деталей, мм	$I_{св}$, кА	$t_{св}$, сек	$F_{св}$, кН
0,5	6...7	0,08...0,1	1,2...1,8
1	7...8	0,12...0,16	2,5...3
2	10...12	0,18...0,24	6...7
3	12...14	0,24...0,3	9...10
4	17...19	0,4...0,56	13...15

Режимы точечной сварки коррозионно-стойких сталей

Толщина деталей, мм	$I_{св}$, кА	$t_{св}$, сек	$F_{св}$, кН
0,5	4,5...5	0,08...0,12	2,5...3
1	5...5,7	0,16...0,18	3,5...4,5
2	7,5...8,5	0,24...0,3	8...9
3	10...11	0,34...0,38	12...14

Режимы точечной сварки высокопрочных алюминиевых сплавов

Толщина деталей, мм	Усилие электродов, кН		Время включения ковочного усилия t _к , с	Параметры тока			
	F _{св}	F _к		основного		дополнительного	
				I _{св max} , кА	t _{св} , с	I _{д max} , кА	t _д , с
0,5	2	4,5	0,04	22	0,04	15	0,04
1,0	4	9	0,10	30	0,08	20	0,06
2,0	10	22	0,18	44	0,16	32	0,12
3,0	13	32	0,24	65	0,20	46	0,14

Активное сопротивление участка электрод-электрод при контактной точечной сварке в зависимости от материала и толщины деталей $R_{ээ}$, мкОм

Материал	Толщина материала, мм				
	0,5	1	1,5	2	3
Низкоуглеродистая сталь	140	128	112	98	82
Нержавеющая сталь X18H10T	185	150	130	120	110
Медные сплавы БрБ2	63	40	32	27	23
Алюминиевый сплав Б 16 АТ	16	13	11	10	8

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если лабораторные работы выполнены в полном объеме, в соответствии с заданием, допускаются незначительные погрешности, выполнен отчет по работе
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если лабораторные работы не выполнены, имеют грубые ошибки, не подготовлен отчет.

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
	не предусмотрены

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Каково современное представление о строении атома?
2	Чем определяются химические свойства элементов?
3	Какие виды межатомного взаимодействия вы знаете?
4	Какие виды кристаллических решеток существуют?
5	Какие виды металлических кристаллических решеток существуют?
6	Как можно классифицировать твердые растворы?
7	Что называется твердым раствором внедрения?
8	Что называется аморфным веществом?

9	Чем отличаются аморфные вещества от кристаллических?
10	Как получают металлические стекла?
11	Какие этапы включает технология производства ситаллов?
12	Какие слои включает реальная поверхность физических тел?
13	Как влияют легирующие элементы на скорость окисления железа?
14	Что такое волнистость поверхности и какими параметрами она характеризуется?
15	Что такое шероховатость поверхности и какими параметрами она характеризуется?
16	Чем определяется номинальная площадь механического контакта при сварке давлением?
17	Каково влияние тепловых эффектов в плоскости контакта при его деформировании на образование единого соединения?
18	Какие электрические явления происходят в плоскости контакта при его деформировании?
19	Какова роль при сварке давлением адсорбированных жидкостных или газовых молекул, сконцентрированных во впадинах между микровыступами?
20	Какие механизмы диффузии действуют в твердых телах?
21	Перечислите и охарактеризуйте основные эффекты диффузии.
22	Как можно классифицировать дефекты реальных кристаллических веществ?
23	Какие виды линейных дефектов имеют реальные твердые тела?
24	Что является главным источником вакансий в твердом теле?
25	В чем состоит отличие процессов диффузии в аморфных веществах в сравнении с кристаллическими?
26	Каков механизм топомеханических реакций присоединения и замещения?
27	Перечислите основные факторы, влияющие на скорость твердофазных процессов.
28	Какой энергетический параметр является определяющим при сварке давлением?
29	Как можно классифицировать различные процессы сварки давлением?
30	Какие способы сварки давлением относятся к Р,Т-процессам, Р,Т,А-процессам, Р-процессам?
31	В чем заключается подобие процессов, происходящих в свариваемом контакте?
32	Как производится расчет режима сварки по критериям подобия?

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
6	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	Своевременный отчет по лабораторным работам после их выполнения, полный ответ на вопросы экзаменационного билета, полные ответы на дополнительные вопросы
		«хорошо»	Своевременный отчет по лабораторным работам после их выполнения, полный ответ на вопросы экзаменационного билета

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
			та, не вполне полные ответы на дополнительные вопросы
		«удовлетворительно»	Несвоевременная сдача отчетов по лабораторным работ, недостаточно полные ответы на вопросы экзаменационного билета.
		«неудовлетворительно»	Несвоевременная сдача отчетов по лабораторным работ, неверные ответы на вопросы экзаменационного билета.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Чернышов Г.Г.	Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением	учеб. пособие	2020	ЭБС «Лань»
2	Зорин Е.Е.	Лабораторный практикум: электродуговая, контактная сварка и контроль качества сварных соединений	учеб. пособие	2020	ЭБС «Лань»
3	Климов А.С., Смирнов И.В.	Технология контактной сварки [Электронный ресурс]	электрон. учеб.-метод. пособие	2017	Репозиторий ТГУ
4	Климов А.С., Машнин Н.Е.	Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке	учеб. пособие	2017	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
	А.С. Климов, И.В. Смирнов, А.К. Кудинов, Г.Э. Кудинова	Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки	учеб. пособие	2011	ЭБС Лань,
	В.Л. Тимофеев, В.П. Глухов, В.Б. Фёдоров	Технология конструкционных материалов	учеб. пособие	2017	ЭБС «Знаниум»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сварочное оборудование. Сварочные материалы. [Электронный документ]. Доступ <http://www.autowelding.ru>
2. Сварочные агрегаты. Сварка тонколистового материала. [Электронный документ]. Доступ <http://osvarke.info/>
3. Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности: <http://www1.fips.ru>
4. Российский сервер патентной информации Европейского патентного ведомства: <http://ru.espacenet.com>.
5. Международный научно-технический и производственный журнал «Автоматическая сварка». Электронный документ. Доступ: <http://patonpublishinghouse.com/rus/journals/as>.
6. Журнал «Металловедение и термическая обработка металлов». Электронный документ. Доступ: <http://mitom.folium.ru/>
7. Научно-технический и производственный журнал «Сборка в машиностроении, приборостроении». Электронный документ. Доступ: <http://www.mashin.ru/>
8. Журнал «Сварка и диагностика». Электронный документ. Доступ: <http://svarka.naks.ru/>
9. Журнал «Сварочное производство». Электронный документ. Доступ: <http://www.ic-tm.ru/>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition	контракт № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно
3	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 42/02/22-К от 02.02.2022, срок действия – до 31.08.2022

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
-------	---	---------------------------------

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-121)	Машина стыковая МСР-75 , Машина стыковая МСМУ-150, Робот МП-11 1, Клещи точечной сварки МТП-806, Клещи точечной сварки МТП-806, Компрессор К-25, Камера диффузионной сварки, Машина шовной сварки МШП-200, Машина точечной сварки МТПУ-200, Машина точечной сварки МТМ-150, Робот и шкаф управления ПР-601/60, Шкаф металлический, Машина точечной сварки МТПК-25, Принтер, Компьютер, Доска аудиторная (меловая), Стул ученический - 23 шт., стол ученический - 15 шт., Машина разрывная Р-20, Верстак с тисками.
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508)	Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы.