

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

Б1.В.04  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Пайка материалов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
15.03.01 Машиностроение

направленность (профиль)  
Технологии сварочного производства и инженерия поверхностей

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные	16	16
Практические	16	16
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	48,25	48,25
Самостоятельная работа	95,75	95,75
Контроль		
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.т.н., Шашкин Олег Валентинович

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

---

*(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

15.03.01 Машиностроение

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «01» сентября 2030 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры  
«Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

---

(протокол заседания № 1 от 03.09.2025г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель – обеспечить будущему специалисту необходимый уровень компетенций для решения профессиональных задач по обоснованному выбору наиболее эффективных инженерных решений в области пайки металлических и неметаллических материалов.

Задачи:

- 1) изучить основные понятия в области пайки материалов и технологические возможности получения соединений пайкой;
- 2) ознакомиться с классификацией способов пайки по их технологическим признакам;
- 3) изучить применяемые при пайки технологические и вспомогательные материалы, их классификацию и области применения;
- 4) изучить основные способы нагрева при пайке и применяемое оборудование;
- 5) ознакомиться с методами удаления оксидных пленок и активирования поверхностей взаимодействующих металлов при флюсовой и бесфлюсовой пайке;
- 6) изучить закономерности взаимодействия жидкого припоя с паяемым металлом, изучить способы пайки по формированию паяного шва и особенности кристаллизации припоя;
- 7) рассмотреть паяемость конструкционных металлических и неметаллических материалов, физико-химическую совместимость паяемых материалов и припоя при пайке;
- 8) изучить особенности конструирования паяных соединений и факторы, влияющие на прочность паяных конструкций;
- 9) изучить основные дефекты паяных соединений, причины их возникновения и методы контроля качества паяных соединений.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Технология конструкционных материалов», «Физика», «Химия», «Материаловедение».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Технологические основы пайки», «Оборудование для пайки», преддипломная практика, научно-исследовательская работа, самостоятельная работа, прохождение государственной итоговой аттестации (выполнение ВКР на соискание звания бакалавра).

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3 Способен применять прогрессивные технологии сварки и пайки, методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении сварных и паяных изделий;	(ИД-1ПК-3) Демонстрирует знание прогрессивных технологий обработки материалов в области сварки, наплавки и пайки  (ИД-2ПК-3) Применяет прогрессивные технологии для получения сварных и паяных кон-	Знать: - назначение технологического оборудования; - требования к оснащению рабочих мест необходимым оборудованием; - требования к размещению технологического оснащения и оборудования на рабочих местах; - функциональные возможности технологического оборудования.

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
	струкций;  (ИД-ЗПК-3) Умеет эксплуатировать в заданных режимах технологическое оборудование для сварки, наплавки и нанесения покрытий.	Уметь: - назначать необходимое оборудование для конкретного способа пайки; - определять обязательный комплект оборудования для оснащения рабочих мест для пайки; - пользоваться технической, нормативной и руководящей документацией при освоении вводимого оборудования.
		Владеть: навыками выбора необходимых технических средств и оснащения ими рабочих мест; типовыми приемами работы с технологическим оборудованием.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Введение	Лек.	Тема 1.1. Пайка, история ее развития и роль в условиях современного производства. Физико-химические и технологические особенности. Определение пайки. Отличия пайки от сварки и склеивания, примеры промышленного применения.	5	0,5	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №1. Пайка, история ее развития и роль в условиях современного производства. Физико-химические и технологические особенности. Определение пайки. Отличия пайки от сварки и склеивания, примеры промышленного применения.	5	0,5	2	-	Тесты Отчеты по ПР
	СР	Пайка, история ее развития и роль в условиях современного производства. Физико-химические и технологические особенности. Определение пайки. Отличия пайки от сварки и склеивания, примеры промышленного применения. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы.	5	5	-	-	Тесты
	Лек.	Тема 1.2. Принятая терминология и классификация способов пайки. Классификация способов пайки по применяемым припоям, особенностям заполнения ими паяльного зазора и последующей кристаллизации.	5	0,5	-	-	Тесты
	СР	Принятая терминология и классификация способов пайки. Классификация способов пайки по применяемым припоям, особенностям заполнения ими паяльного зазора и последующей кристаллизации. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы.	5	5	-	-	Тесты -
	ПР	Практическая работа №2. Принятая терминология и классификация способов пайки. Классификация способов пайки по применяемым припоям, особенностям за-	5	0,5	2	-	Тесты Отчеты по ПР

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		полнения ими паяльного зазора и последующей кристаллизации.					
	СР	Классификация способов пайки по применяемым источникам нагрева и технологическим особенностям пайки. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы.	5	5	-	-	Тесты
Модуль 2 Классификация способов пайки и применяемых материалов.	Лек.	Тема 2.1. Классификация способов пайки по применяемым источникам нагрева и технологическим особенностям пайки.	5	1	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №3. Классификация способов пайки по применяемым источникам нагрева.	5	1	2	-	Тесты Отчеты по ПР
	Лек.	Тема 2.2. Классификация способов пайки по способам удаления оксидной пленки (активирования поверхности). Классификация основных и вспомогательных материалов, применяемых при пайке.	5	1	-	-	Тесты
	СР	Классификация способов пайки по способам удаления оксидной пленки (активирования поверхности). Классификация основных и вспомогательных материалов, применяемых при пайке. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы.	5	5	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №4. Классификация способов пайки по технологическим особенностям пайки.	5	1	2	-	Тесты Отчеты по ПР
	СР	Классификация основных и вспомогательных материалов, применяемых при пайке. Основные стадии образования соединений при пайке. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы.	5	5	-	-	Тесты

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2 Классификация способов пайки и применяемых материалов.	Лек.	Тема 2.3. Классификация основных и вспомогательных материалов, применяемых при пайке. Основные стадии образования соединений при пайке.	5	1	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №5. Классификация основных и вспомогательных материалов, применяемых при пайке. Основные стадии образования соединений при пайке.	5	1	2	-	Тесты Отчеты по ПР
Модуль 3. Особенности образования паяного соединения.	Лек.	Тема 3.1. Поверхность. Оксидные пленки на поверхности металлов, особенности их образования и роста. Механические и физические способы удаления оксидных пленок при пайке. Бесфлюсовые способы активации поверхности.	5	1	-	-	Тесты
	СР	Поверхность. Оксидные пленки на поверхности металлов, особенности их образования и роста. Механические и физические способы удаления оксидных пленок при пайке. Бесфлюсовые способы активации поверхности. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы.	5	5	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №6. Поверхность. Оксидные пленки на поверхности металлов, особенности их образования и роста. Механические и физические способы удаления оксидных пленок при пайке. Бесфлюсовые способы активации поверхности.	5	1	2	-	Тесты Отчеты по ПР
	Лек.	Тема 3.2. Механические и физические способы удаления оксидных пленок при пайке. Бесфлюсовые способы активации поверхности. Химические способы активирования. Активирование флюсами. Флюсы для низко- и высокотемпературной пайки.	5	1	-	-	Тесты

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3. Особенности образования паяного соединения.	СР	Механические и физические способы удаления оксидных пленок при пайке. Бесфлюсовые способы активации поверхности. Химические способы активирования. Активирование флюсами. Флюсы для низко- и высокотемпературной пайки. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы, оформление отчетов по лабораторным работам.	5	5	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №7. Механические и физические способы удаления оксидных пленок при пайке. Бесфлюсовые способы активации поверхности. Химические способы активирования. Активирование флюсами. Флюсы для низко- и высокотемпературной пайки.	5	1	2	-	Тесты Отчеты по ПР
	СР	Химические способы активирования. Активирование флюсами. Флюсы для низко- и высокотемпературной пайки. Взаимодействие жидкого припоя и паяемого материала. Контактное-реактивное плавление, в том числе с подводом одного из компонентов в паровой фазе. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы, оформление отчетов по лабораторным работам	5	5	-	-	Тесты
Модуль 4. Взаимодействие жидкого припоя с паяемым металлом	Лек.	Тема 4.1. Смачивание, растекание и заполнение паяльных зазоров припоем. Основные закономерности, характеристики и методы их определения.	5	1	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №8. Смачивание, растекание и заполнение паяльных зазоров припоем. Основные закономерности, характеристики и методы их определения.	5	1	2	-	Тесты Отчеты по ПР
	СР	Смачивание, растекание и заполнение паяльных зазоров припоем. Основные закономерности, характеристики и методы их определения. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы, оформление отчетов по	5	6	-	-	Тесты

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		лабораторным работам.					
	Лек.	Тема 4.2. Взаимодействие жидкого припоя и паяемого материала. Контактно-реактивное плавление, в том числе с подводом одного из компонентов в паровой фазе.	5	1	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №9. Взаимодействие жидкого припоя и паяемого материала. Контактно-реактивное плавление, в том числе с подводом одного из компонентов в паровой фазе.	5	1	3	-	Тесты Отчеты по ПР
Модуль 5. Структура и свойства паяных соединений.	Лек.	Тема 5.1. Факторы, влияющие на структуру и свойства паяных соединений: физико-химические, конструктивные, технологические. Особенности кристаллизации паяных швов.	5	1	-	-	Тесты
	СР	Факторы, влияющие на структуру и свойства паяных соединений: физико-химические, конструктивные, технологические. Особенности кристаллизации паяных швов. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	5	5	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №10. Факторы, влияющие на структуру и свойства паяных соединений: физико-химические, конструктивные, технологические. Особенности кристаллизации паяных швов.	5	1	2	-	Тесты Отчеты по ПР
	ЛР	Лабораторная работа 1. Бесфлюсовая высокотемпературная пайка меди. Работа в малых группах.	5	4	15	2	Отчеты по ЛР
	Лек.	Тема 5.2. Особенности кристаллизации паяных швов. Кристаллизация и структура паяных швов при пайке разнородных металлов и неметаллов, а также сплавов, образующих химические соединения.	5	1	-	-	Тесты

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 5. Структура и свойства паяных соединений.	СР	Особенности кристаллизации паяных швов. Кристаллизация и структура паяных швов при пайке разнородных металлов и неметаллов, а также сплавов, образующих химические соединения. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	5	5	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №11. Особенности кристаллизации паяных швов. Кристаллизация и структура паяных швов при пайке разнородных металлов и неметаллов, а также сплавов, образующих химические соединения.	5	1	3	-	Тесты Отчеты по ПР
	Лек.	Тема 5.3. Кристаллизация и структура паяных швов при пайке разнородных металлов и неметаллов, а также сплавов, образующих химические соединения. Паяемость легких и цветных металлов и сплавов.	5	1	-	-	Тесты
	СР	Кристаллизация и структура паяных швов при пайке разнородных металлов и неметаллов, а также сплавов, образующих химические соединения. Паяемость легких и цветных металлов и сплавов. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы, оформление отчетов по лабораторным работам.	5	5	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №12. Кристаллизация и структура паяных швов при пайке разнородных металлов и неметаллов, а также сплавов, образующих химические соединения. Паяемость легких и цветных металлов и сплавов.	5	1	3	-	Тесты Отчеты по ПР
	ЛР	Лабораторная работа 2. Высокотемпературная флюсовая пайка алюминия. Работа в малых группах.	5	4	15	2	Отчеты по ЛР

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 6. Паяемость конструкционных материалов.	Лек.	Тема 6.1. Паяемость легких и цветных металлов и сплавов. Паяемость конструкционных сталей, чугуна, коррозионно-стойких сталей и жаропрочных сплавов.	5	1	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №13. Паяемость легких и цветных металлов и сплавов. Паяемость конструкционных сталей, чугуна, коррозионно-стойких сталей и жаропрочных сплавов.	5	1	2	-	Тесты Отчеты по ПР
	СР	Паяемость легких и цветных металлов и сплавов. Паяемость конструкционных сталей, чугуна, коррозионно-стойких сталей и жаропрочных сплавов. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы, оформление отчетов по лабораторным работам	5	5	-	-	Тесты
	Лек.	Тема 6.2. Паяемость неметаллических материалов с металлами. Пайка полупроводников и композиционных материалов.	5	1	-	-	Тесты
	СР	Паяемость неметаллических материалов с металлами. Пайка полупроводников и композиционных материалов. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	5	5	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №14. Паяемость неметаллических материалов с металлами. Пайка полупроводников и композиционных материалов.	5	1	2	-	Тесты Отчеты по ПР
	ЛР	Лабораторная работа 3. Бесфлюсовая пайка сталей в парах цинка. Работа в малых группах.	5	4	15	2	Отчеты по ЛР
	Лек.	Тема 6.3. Дефекты паяных соединений и основные методы их контроля.	5	1	-	-	Тесты
	СР	Дефекты паяных соединений и основные методы их контроля. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	5	5	-	-	Тесты

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	ПР	Практическая работа №15. Дефекты паяных соединений и основные методы их контроля.	5	1	3	2	-
Модуль 7. Особенности конструирования паяных соединений и разработки технологического процесса пайки	Лек.	Тема 7.1. Типы паяных соединений. Влияние конструкции паяных соединений на прочность. Основы расчета паяных соединений на прочность.	5	1	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №16. Типы паяных соединений. Влияние конструкции паяных соединений на прочность. Основы расчета паяных соединений на прочность.	5	1	3	-	Тесты Отчеты по ПР
	СР	Типы паяных соединений. Влияние конструкции паяных соединений на прочность. Основы расчета паяных соединений на прочность. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	5	5	-	-	Тесты
	ЛР	Лабораторная работа 4. Активная пайка алюмооксидной керамики с титаном алюминиевыми припоями. Работа в малых группах.	5	4	15	3	Отчеты по ЛР
	Лек.	Тема 7.2. Основы разработки технологических процессов пайки, выбора основных и вспомогательных материалов, а также режимов пайки. Экологическая безопасность и охрана труда при пайке. Лекция-беседа.	5	1	-	-	Тесты
	СР	Основы разработки технологических процессов пайки, выбора основных и вспомогательных материалов, а также режимов пайки. Экологическая безопасность и охрана труда при пайке. Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	5	5	-	-	Тесты
	ПР	Практическая работа №17. Основы разработки технологических процессов пайки, выбора основных и вспомогательных материалов, а также режимов пайки. Экологическая безопасность и охрана труда при пайке. Лек-	5	1	3	-	Тесты Отчеты по ПР

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		ция-беседа.					
	СР	Подготовка к защите лабораторных работ и итоговому тестированию	5	10	-	-	Тесты
<b>Итого:</b>				<b>144</b>	<b>100</b>		

#### Схема расчета итогового балла

Итоговый рейтинговый балл по учебному курсу определяется по схеме «Сумма» – сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе (сумма баллов по всем практическим занятиям) + (результат итогового теста) и все делится на 2.

## **5. Образовательные технологии**

При реализации различных видов учебной работы (лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- технология традиционного обучения (лекции, самостоятельная работа);
- информационные технологии (визуальные лекции, выполнение лабораторных работ с использованием программных и технических средств);
- интерактивные технологии (работа в малых группах).

Программа дисциплины предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные демонстрации, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной самостоятельной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Помимо указанных образовательных технологий студенты активно привлекаются к участию в качестве слушателей в научных семинарах кафедры, проводятся консультации при написании публикаций по тематике исследования.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

При освоении всех разделов дисциплины необходимо сочетание всех форм учебной деятельности: изучение лекционного материала, выполнение заданий на лабораторных занятиях как с использованием компьютера так и без него, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой и использование методических указаний, консультации преподавателей при выполнении самостоятельных работ. Особое место занимает интерактивная методика выполнения и представления студентом перед группой результатов своих лабораторных работ (презентации докладов).

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ПК-3	Тестовые задания №1-500 Вопросы к зачету №1-31 Отчет по лабораторным работам №1,2,3,4 Отчет по практическим работам №1-17

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

#### 7.2.1. Выполнение лабораторных работ №1-4

##### Лабораторная работа 1. Бесфлюсовая высокотемпературная пайка меди.

###### *Форма отчета по лабораторной работе №1 (содержание):*

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Характеристики использованных материалов и припоев.
4. Эскизы образцов, приспособлений и описание использованного оборудования.
5. Описание технологии пайки с указанием температуры и других технологических параметров.

Операция	Содержание перехода и режимы обработки	Эскиз	Оборудование, приспособления, инструменты	Вспомогательные материалы

6. Результаты механических испытаний образцов и внешнего осмотра до и после механических испытаний.

Материал образца и марка припоя	№ образца	Ширина образца, мм	Длина нахлестки, мм	Площадь нахлестки, мм <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка Р, Н	тср, МПа	Характер разрушения

7. Анализ результатов и выводы.

##### Лабораторная работа 2. Высокотемпературная флюсовая пайка алюминия.

###### *Форма отчета по лабораторной работе №2 (содержание):*

1. Титульный лист.
2. Цель работы
3. Характеристика использованных материалов и оборудования.
4. Описание технологии пайки с указанием технологических параметров.

Операция	Содержание перехода и режимы обработки	Эскиз	Оборудование, приспособления, инструменты	Вспомогательные материалы

5. Таблица с результатами механических испытаний и внешнего осмотра.

Материал образца	№ обр.	Ширина нахлестки, м	Длина нахлестки, м	Площадь нахлестки, м <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка, Н	тср, Мпа	Характер разрушения

6. Анализ результатов и выводы.

### Лабораторная работа 3. Бесфлюсовая пайка сталей в парах цинка.

#### *Форма отчета по лабораторной работе №3 (содержание):*

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Программа работы.
4. Материалы и оборудование.
5. Схема размещения образцов для пайки в контейнере с затвором из песка.
6. Эскиз образца для механических испытаний.
7. Описание технологии пайки с указанием технологических параметров.

Операция	Содержание перехода и режимы обработки	Эскиз	Оборудование, приспособления, инструменты	Вспомогательные материалы

8. Результат механических испытаний (характер разрушения, разрушающая нагрузка, удельная прочность).

Материал образца	№ обр.	Ширина нахлестки, м	Длина нахлестки, м	Площадь нахлестки, м <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка, Н	тср, Мпа	Характер разрушения

9. Выводы (достоинства и недостатки бесфлюсовой пайки сталей в парах цинка, область применения).

### Лабораторная работа 4. Активная пайка алюмооксидной керамики с титаном алюминиевыми припоями

#### *Форма отчета по лабораторной работе №4 (содержание):*

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Краткие сведения об особенностях пайки и типах спаев керамики с металлами.
4. Оборудование и материалы.
5. Перечень основных операций техпроцесса с указанием технологических параметров.

Операция	Содержание перехода и режимы обработки	Эскиз	Оборудование, приспособления, инструменты	Вспомогательные материалы

6. Схема установки для пайки.
7. Эскиз образца для механических испытаний.
8. Результат механических испытаний (характер разрушения, разрушающая нагрузка, удельная прочность).
9. Выводы (достоинства и недостатки активной пайки керамики с металлами, область применения).

#### **Требования к оформлению лабораторных работ:**

Отчет (или протокол) по лабораторной работе оформляется на листах белой бумаги формата А4 (210х295 мм). Текст и рисунки размещаются с одной стороны листа. Поля должны быть не менее 25 мм слева и 15 мм справа, сверху и снизу. Листы, начиная со второго, должны быть пронумерованы. Первым оформляется титульный лист. На следующей странице формулируются цель работы и описывается ход работы, приводятся (если требуется) формулы, расчетные соотношения и результаты расчетов (экспериментов) в виде таблиц, рисунков и графиков. В соответствии с полученными результатами делаются выводы об выполнении задания. Нумерация пунктов, таблиц, схем, рисунков и графиков сквозная.

Отчет оформляется в рукописном или машинописном варианте, сшивается в скоросшивателе или переплетается.

### ***Процедура оценивания лабораторной работы.***

При приеме лабораторной работы оценивается: полнота выполнения опытов и экспериментов, полнота оформления отчета и достоверность полученных результатов, способность студента проводить анализ полученных результатов и делать выводы, степень понимания и владения материалом.

### ***Критерии оценки:***

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

- работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- при разработке технологических процессов продемонстрированы способность использовать современные инструментальные средства и умения выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов;
- в представленном отчете правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделаны выводы;
- получены ответы на контрольные вопросы по лабораторной работе.

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если:

- работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;
- или опыты, измерения, вычисления, наблюдения выполнены неправильно;
- при разработке технологических процессов не продемонстрированы способность использовать современные инструментальные средства и умения выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов;
- не получены ответы на контрольные вопросы по лабораторной работе.

### **7.2.2. Выполнение практических работ №1-17**

*(наименование оценочного средства)*

#### **Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)**

1. Материалы представить преподавателю в виде презентаций в PowerPoint и отдельно текстовый файл в Microsoft Word.
2. Количество слайдов презентации по теме должно составлять 5-8 штук.
3. Слайд «Титульный лист» и слайд со списком используемых источников информации в презентации обязательны
4. Эффекты анимации и мультипликации про демонстрации слайдов не применять
5. Докладывать материалы презентации перед группой студентов в форме конференции во время аудиторных практических занятий.

#### **Темы заданий для выполнения практических работ №1-17**

1. Пайка, история ее развития и роль в условиях современного производства. Физико-химические и технологические особенности.
2. Определение пайки. Принятая терминология и классификация способов пайки.
3. Поверхность. Оксидные пленки на поверхности металлов, особенности их образования и роста.
4. Основные стадии образования соединений при пайке. Виды связей между атомами.
5. Механические и физические способы активирования поверхностей.
6. Химические способы активирования. Диссоциация, растворение и восстановление оксидов. Активирование флюсами.

7. Смачивание, как стадия образования физического контакта. Уравнение Юнга. Смачивание в равновесных и неравновесных системах.
8. Растекание припоя по паяемой поверхности. Влияние способа обработки и подготовки поверхности на процесс растекания. Затекаание припоя в зазор. Капиллярное течение припоев.
9. Контактное твердо-жидкое плавление паяемого материала в жидком припое.
10. Контактное-реактивное плавление и технологические особенности контактно- реактивной пайки.
11. Особенности образования прослоек химических соединений при взаимодействии припоя с паяемым материалом и их влияние на свойства паяных соединений.
12. Особенности кристаллизации паяных швов.
13. Кристаллизация паяных швов содержащих эвтектику.
14. Особенности формирования структуры и кристаллизации при пайке разнородных материалов.
15. Изотермическая кристаллизация паяного шва при диффузионной пайке. Процессы диффузии в твердом состоянии.
16. Паяемость металлов и сплавов.
17. Методы исследования состава, структуры и свойств паяных соединений. Дефекты и методы их контроля.

#### 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 5

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Определение пайки. Преимущества и недостатки. Область применения.
2	Сущность процесса пайки. Паяльный зазор. Припой. Отличия пайки от склеивания и сварки плавлением.
3	Общая классификация способов пайки.
4	Классификация способов пайки по характеру и источникам нагрева.
5	Классификация способов пайки по применяемым припоям.
6	Классификация способов пайки по удалению оксидной пленки.
7	Пайка низкотемпературная и высокотемпературная. Отличия и основные области применения.
8	Припой. Определение и классификация. Основные требования к припоям.
9	Смачивание и затекание жидких припоев в паяльные зазоры.
10	Легкоплавкие припои. Основные области применения.
11	Припой для пайки алюминия.
12	Серебряные припои. Основные области применения.

13	Медные, медно-цинковые и медно-фосфорные припои. Основные области применения.
14	Медно-никелевые, медно-никелево-марганцевые и никелевые припои. Основные области применения.
15	Оксидные пленки на поверхности металлов и особенности их роста.
16	Стадии образования соединений при пайке.
17	Флюсы. Определение и классификация.
18	Флюсы и способы удаления оксидной пленки при высокотемпературной и низкотемпературной пайке.
19	Паяемость. Виды дефектов в паяных соединениях и методы их контроля.
20	Паяемость алюминиевых сплавов.
21	Паяемость конструкционных сталей.
22	Контактно-реактивное плавление и его особенности. Контактно-реактивная пайка.
23	Контактное плавление с участием одного из компонентов в паровой фазе.
24	Паяемость титановых сплавов.
25	Паяемость меди и сплавов на ее основе.
26	Особенности кристаллизации паяного шва при пайке. Типовая схема строения паяного шва.
27	Образование химических соединений в паяных швах.
28	Особенности формирования структуры паяных швов при пайке материалов разного химического состава.
29	Особенности конструирования паяных соединений.
30	Разработка термического цикла пайки. Выбор способа нагрева.
31	Экологическая безопасность и охрана труда при пайке.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Се- местр	Форма прове- дения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Зачет (по накопитель- ному рейтингу)	«зачтено»	Текущий рейтинг – 55 и более баллов
		«не зачтено»	Текущий рейтинг – менее 55 баллов
	Устный зачет по билетам	«зачтено»	Полный ответ на вопросы зачетного билета, глубокое и полное знание и понимание всего объёма изученного материала; полное понимание сущности рассматриваемых понятий, явлений и закономерностей, теорий, взаимосвязей; полная сформированность ПК
		«не зачтено»	Неверный ответ на один вопрос зачетного билета, не способность ответить на дополнительные вопросы, не усвоил и не раскрыл основное содержание учебного материала; ПК не сформированы.

## 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	Краснопевцева И. В.	Пайка материалов	Учебное пособие	2022	Репозиторий ТГУ
2	Федоров А. Л.	Технология и оборудование низкотемпературной пайки	Учебное пособие	2021	Репозиторий ТГУ
3	Давыдова И.С.	Материаловедение (электронный ресурс)	электрон. учеб. пособие	2020	ZNANIUM.CO M

### 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
1	Чеботарев М.И., Лихачев В.Л. , Тарасенко Б.Ф.	Сварочное дело: пайка	Учебное пособие	2020	ZNANIUM.CO M
2	Перевезенцев Б.Н.	Теоретические основы пайки (электронный ресурс)	электрон. учеб. пособие	2018	Репозиторий ТГУ 1 CD

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Научно-технический и производственный журнал «Сборка в машиностроении, приборостроении». Электронный документ. Доступ: <http://www.mashin.ru/>
2. Журнал «Сварка и диагностика». Электронный документ. Доступ: <http://svarka.naks.ru/>
3. Журнал «Сварочное производство». Электронный документ. Доступ: <http://www.ic-tm.ru/>
4. Журнал «Технология машиностроения». Электронный документ. Доступ: <http://www.ic-tm.ru/>
5. FREEDOM COLLECTION (Полнотекстовая коллекция электронных журналов Elsevier B.V.) - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Nano Database - <http://nano.nature.com/>
7. Springer Materials - <http://materials.springer.com/>
8. Springer Nature Protocols and Methods - <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
9. zbMath - <https://zbmath.org/>
10. Springer Nature (Полнотекстовая коллекция журналов) - <https://www.springernature.com/gp/products>
11. Springer eBooks (Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Springer Nature) - <https://link.springer.com/>
12. ORBIT INTELLIGENCE (Патентная база компании QUESTEL) - <http://www.orbit.com/>
13. CSD-ENTERPRISE (База данных компании CAMBRIDGE CRYST ALLOGRAPHIC DATA CENTER) - <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
14. ELIBRARY.RU (электронная библиотека научных публикаций) - <http://elibrary.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	контракт № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
	Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно
	Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition	контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно

**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
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-303)	Столы ученические , стулья , доска аудиторная (магнитно-маркерная), проектор, системный блок, экран с электроприводом.
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарного 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-403)	Спектрограф "СПЕКТР", установка для точечной конденсаторной сварки ТКМ-7, разрывная установка (машина) РМП-500, сборочный стол, наждак и сборочный стол, полуавтоматическая установка для дозированной пайки ПДП-902,ПК, сборочный стол, установка для сварки термопар Латр-М, вакуумные насосы, эл.печи сопротивления СНОЛ-1,6, стол для сварки пластмасс, верстаки, металлографический микроскоп, аналит.лабор.весы АД-200, мойка керамическая, настенный шкаф для образцов и оборудования, муфельная печь МП 2 УМ, Эл.печь камерная СНОЛ-1,6, светолучевая установка, установка э.кон.нагрев, ультразвуковая установка УЗГ-3-0,4, стол канцелярский, столы ученические, стулья ученические, вытяжной шкаф, сварочный аппарата АС-1.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508)	Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы.