

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель ректора по развитию УП

Заведующий кафедрой СОМДиРП

\_\_\_\_\_ А.Н. Ярыгин  
(подпись)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_ Ельцов В.В.  
(подпись)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Б1.В.ДВ.04.02

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПАЙКИ

по направлению подготовки (специальности)

**15.03.01 Машиностроение**

**профиль: Оборудование и технология сварочного производства**

Форма обучения: заочная

### Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	6											
Часов по РУП	180											
Виды контроля в семестрах:	Экзамены			Зачеты			Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)	
	3			-			-		-		-	
	№№ семестров											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого
ЗЕТ по семестрам			6									6
Лекции			8									8
Лабораторные			8									8
Практические												
Контактная работа			16									16
Сам. работа			191									191
Контроль			9									9
Итого			216									216

Тольятти, 2016

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 15.03.01 Машиностроение, профиль «Оборудование и технология сварочного производства»  
(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)

**Рецензирование рабочей программы дисциплины:**



Отсутствует



Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры  
СОМДиРП (протокол заседания №6 от 10 марта 2016 г.)

**Срок действия рабочей программы дисциплины до 10 марта 2021 г.**

**Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:**

Протокол заседания кафедры № 8 от « 07 » марта 2017 г.

Протокол заседания кафедры № 4 от « 24 » января 2018 г.

Протокол заседания кафедры №     от «     » 20 г.

Протокол заседания кафедры №     от «     » 20 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник учебно-методического управления

«     » 20 г.

\_\_\_\_\_

Л.Р. Хамидуллова

**АННОТАЦИЯ**  
**дисциплины (учебного курса)**  
**Б1.В.ДВ.04.02 Теоретические основы пайки**

Пайка один из древнейших способов соединения материалов известных человечеству. Многовековая история развития пайки указывает на высокий уровень этой технологии, позволившей решить многие проблемы производства предметов домашней утвари, оружия и особенно украшений из драгоценных материалов. С развитием таких отраслей промышленности как авиастроение, радиотехника и электроника, автомобилестроение и, особенно, ракетно-космическая техника резко повысился интерес и объемы применения пайки в производстве сложных конструкций машиностроения и приборостроения. Ее применение оказалось целесообразным, а в некоторых случаях единственно возможным при изготовлении целого ряда деталей и узлов этих отраслей техники. В настоящее время трудно представить себе какую либо отрасль промышленности, где в той или иной степени не применялась бы пайка.

Дисциплина «Теоретические основы пайки» имеет целью сформировать у студентов комплекс знаний, умений и навыков для обоснования и выбора наиболее эффективных инженерных решений в области паяльного производства.

**1. Цель и задачи изучения дисциплины.**

Цель – обеспечить студента необходимым уровнем компетенций для решения профессиональных задач по проектированию физико-химических условий формирования качественного паяного соединения в различных сочетаниях «паяемый материал – припой».

Задачи:

1. Формирование знаний о влиянии внешних физико-химических условий и режимов пайки на свойства паяных соединений;
2. Формирование знаний о способах и физико-химических условиях управления физико-химическими процессами с целью повышения механических и эксплуатационных свойств паяных соединений.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Теоретические основы пайки» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 учебного плана заочной подготовки бакалавра по направлению 15.03.01 «Машиностроение», профиля «Оборудование и технология сварочного производства».

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Технология конструкционных материалов», «Физика»; «Химия»; «Материаловедение».

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы компетенции, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины – «Технологические основы пайки», «Оборудование для пайки», преддипломная практика, научно-исследовательская работа, самостоятельная работа, прохождение государствен-

ной итоговой аттестации (выполнение дипломного проекта на соискание звания бакалавра).

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые и контролируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
<p>- умение обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов (ПК-2)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- место и роль систем автоматизированного проектирования в профессиональной деятельности инженера сварочного производства;</li> <li>- основные методики моделирования и особенности проведения инженерного анализа сложных технических объектов и систем;</li> <li>- основные программные продукты, необходимые для эффективного проведения инженерного анализа технических объектов;</li> <li>- приемы работы с автоматизированными системами при проведении анализа моделей технических объектов.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать и использовать необходимый программный инструментарий для решения конкретной инженерной задачи по исследованию технического объекта;</li> <li>- пользоваться методами научных исследований при проведении исследований моделей технических объектов;</li> <li>- оценивать эффективность применяемых методов исследований;</li> <li>- оценивать полученные при инженерном анализе результаты, делать выводы и давать рекомендации.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования вычислительной техники при моделировании и исследовании технических объектов;</li> <li>- приемами обработки полученных результатов.</li> </ul>
<p>- умение использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями (ПК-6)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы физического и математического моделирования процессов, протекающих при формировании паяных швов;</li> <li>- о сущности физико-химических явлений при формировании паяного шва;</li> <li>- основные закономерности процессов смачивания и капиллярного течения припоев, контактного взаимодействия материалов при пайке и кристаллизации паяных швов;</li> </ul>

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять физические законы и математические принципы для построения моделей при исследовании процессов пайки, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов;</li> <li>- выполнять комплекс исследований, необходимых для определения физико-химических свойств паяных соединений.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа физико-химических свойств паяемых металлов и сплавов и выбором условий и режимов пайки для формирования качественного паяного соединения с требуемыми механическими и эксплуатационными свойствами.</li> <li>- практическими навыками проведения экспериментов и анализа их результатов.</li> </ul>
- способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств (ПК-12)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные стадии формирования паяного соединения и операции технологического процесса пайки;</li> <li>- знать основные закономерности процессов смачивания и капиллярного течения припоев;</li> <li>- знать процессы контактного взаимодействия материалов при пайке.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прогнозировать механические и эксплуатационные свойства паяных соединений;</li> <li>- выполнять комплекс исследований, необходимых для определения физико-химических свойств паяных соединений.</li> </ul>
	<p>Владеть: навыками оптимизации и доводки технологических процессов пайки различных конструкционных материалов, технического оснащения рабочих мест и их технического содержания.</p>
- умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения (ПК-17)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о сущности физико-химических явлений при формировании паяного шва;</li> <li>- об особенностях кристаллизации паяных швов при различных сочетаниях материалов и термических циклах пайки.</li> </ul>
	<p>Уметь: выбирать припои, методы активирования паяемой поверхности, способов нагрева и термического цикла пайки с позиций обеспечения требуемых физико-химических свойств при пайке различных конструкционных материалов и обеспечения заданных эксплуатационных свойств.</p>
	<p>Владеть: методами анализа физико-химических свойств паяемых металлов и сплавов и выбором условий и режимов пайки для формирования качественного паяного соединения с требуемыми механическими и эксплуатационными свойствами.</p>

#### 4. Содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Введение	Пайка, история ее развития и роль в условиях современного производства. Физико-химические и технологические особенности. Определение пайки.
	Принятая терминология и классификация способов пайки
Активирование поверхностей взаимодействующих материалов при пайке	Поверхность. Оксидные пленки на поверхности металлов, особенности их образования и роста
	Основные стадии образования соединений при пайке. Виды связей между атомами.
	Механические и физические способы активирования поверхностей
	Химические способы активирования . Диссоциация, растворение и восстановление оксидов. Активирование флюсами.
Взаимодействие жидкого припоя с паяемым металлом	Смачивание, как стадия образования физического контакта. Уравнение Юнга. Адгезия и работа адгезии. Уравнение Дюпре. Смачивание в равновесных и неравновесных системах. Затекание припоя в зазор. Капиллярное течение припоев.
	Определение краевого угла смачивания.
	Растекание припоя по паяемой поверхности. Влияние способа обработки и подготовки поверхности на процесс растекания.
	Контактное твердожидкое плавление паяемого металла в жидком припое. Кинетика растекания паяемого материала и возможности регулирования этого процесса.
	Контактно-реактивное плавление и технологические особенности контактно-реактивной пайки
	Контактное плавление с подводом одного из компонентов в паровой фазе. Процессы испарения, переноса и насыщения в технологических процессах пайки
	Особенности образования и кинетика роста прослоек химических соединений при взаимодействии припоя с паяемым металлом
Кристаллизация жидкого припоя	Особенности кристаллизации паяных швов. Кристаллизация паяных швов, содержащих эвтектику
	Особенности формирования структуры и кристаллизации при пайке разнородных материалов
	Кристаллизация при пайке композиционными припоями.
	Изотермическая кристаллизация паяного шва при диффузионной пайке разнородных материалов
Паяемость конструкционных материалов. Методы исследования и контроля паяных соединений.	Паяемость легких и цветных металлов и сплавов.
	Паяемость конструкционных сталей, чугуна, коррозионно-стойких сталей и жаропрочных сплавов.
	Паяемость неметаллических материалов с металлами.
	Методы исследования состава, структуры и свойств паяных соединений. Дефекты и методы их контроля.

**Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 6 ЗЕТ.**

**Разработчик программы, доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_ О.В. Шашкин**

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Теоретические основы пайки»

##### Семестр изучения 3

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименова- ние оценоч- ного сред- ства)	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)
		Контактная (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерак- тивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практиче- ских занятий, методы обуче- ния, реализующие применя- емую образовательную тех- нологию	в часах	формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
Раздел 1. Введение	Тема 1.1. Пайка, история ее развития и роль в условиях современного производства. Физико-химические и технологические особенности. Определение пайки.	0,4				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература		[1,4,5,12]
	Тема 1.2. Принятая терминология и классификация способов пайки	0,3				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература		[5,12]
Раздел 2. Активи- рование поверх- ностей взаимо- действующих материалов при пайке	Тема 2.1. Поверхность. Оксидные пленки на поверхности металлов, особенности их образования и роста	0,2				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература		[5,6,7]
	Тема 2.2. Основные стадии образо- вания соединений при пайке. Виды связей между атомами.	0,2				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература		[5,8,10]
	Тема 2.3. Механические и физиче- ские способы активирования по- верхностей	0,2				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература		[1,5,12]
	Тема 2.4. Химические способы акти- вирования . Диссоциация, раство- рение и восстановление оксидов. Ак- тивирование флюсами.	0,5				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература		[5,12]
	Лабораторная работа 1. Определение температурного интервала активнос- ти флюсов.		2			1	Индивидуальные лабораторные работы, работа в малых группах	10	Подготовка теоретического материала к лаб. работе. Оформление отчета по лаб. работам. Анализ результатов и выводы	Муфельная печь МП- 2УМ; спец. приспособо- ление; потенциометр с термопарой; лаборатор- ные аналитические весы; установка для УЗ- пайки; секундомер.	Собеседова- ние по лаб. раб. Отчет по ито- гам лаб. рабо- ты №1.
Раздел 3. Взаимо- действие жидкого припоя с паяе- мым металлом	Тема 3.1. Смачивание, как стадия образования физического контакта. Уравнение Юнга. Адгезия и работа адгезии. Уравнение Дюпре. Смачи- вание в равновесных и неравновес-	0,5				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература		[1,5,8,11]

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименова- ние оценоч- ного сред- ства)	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)	
		Контактная (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерак- тивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практиче- ских занятий, методы обуче- ния, реализующие применя- емую образовательную тех- нологию	в часах				формы организации самостоятельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
	ных системах. Затекание припоя в зазор. Капиллярное течение припоя.										
	Тема 3.2. Определение краевого угла смачивания.	0,2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература	[12]	
	Тема 3.3. Растекание припоя по паяемой поверхности. Влияние способа обработки и подготовки поверхности на процесс растекания.	0,2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература	[1,4,5,12]	
	Тема 3.4. Контактное твердожидкое плавление паяемого металла в жидком припое. Кинетика растекания паяемого материала и возможности регулирования этого процесса.	0,2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература	[5,7,8]	
	Лабораторная работа 2. Ультразвуковая пайка алюминия		2		1	Индивидуальные лабораторные работы, работа в малых группах	7	Подготовка теоретического материала к лаб. работе. Оформление отчета по лаб. работам. Анализ результатов и выводы	Тигель, печь муфельная МП2УМ; секундомер; термopapa и потенциометр Ш-4500, пинцет	Собеседование по лаб. раб. Отчет по итогам лаб. работы №1.	[2,3]
	Тема 3.6. Контактно-реактивное плавление и технологические особенности контактно-реактивной пайки	0,5				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература	[1,5,12]	
	Лабораторная работа 3. Контактно-реактивное плавление и контактно-реактивная пайка		2		1	Индивидуальные лабораторные работы, работа в малых группах	10	Подготовка теоретического материала к лаб. работе. Оформление отчета по лаб. работам. Анализ результатов и выводы	вакуумная печь; разборный контейнер; баллон с аргоном; потенциометр с термопарой; металлографический микроскоп.	Собеседование по лаб. раб. Отчет по итогам лаб. работы №1.	[2,3]
	Тема 3.7. Контактное плавление с подводом одного из компонентов в паровой фазе. Процессы испарения, переноса и насыщения в технологических процессах пайки	0,5				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература	[4,7,8]	
	Тема 3.8. Особенности образования и кинетика роста прослоек химических соединений при взаимодействии припоя с паяемым металлом	0,5				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература	[5,12]	



Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименова- ние оценоч- ного сред- ства)	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)	
		Контактная (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерак- тивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практиче- ских занятий, методы обуче- ния, реализующие применя- емую образовательную тех- нологию	в часах				формы организации самостоятельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
Раздел 4. Кри- сталлизация жид- кого припоя	Тема 4.1. Особенности кристаллиза- ции паяных швов. Кристаллизация паяных швов, содержащих эвтектику	0,5				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор	[6,5,12]	
	Тема 4.2. Особенности формирова- ния структуры и кристаллизации при пайке разнородных материалов	0,2				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор	[1,5,12]	
	Тема 4.3. Кристаллизация при пайке композиционными припоями.	0,5				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор	[4,7,8]	
	Тема 4.4. Изотермическая кристал- лизация паяного шва при диффузи- онной пайке разнородных материа- лов	0,5				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор	[5,12]	
	Лабораторная работа 4. Изотермиче- ская кристаллизация припоя при диффузионной пайке титана		2		1	Индивидуальные лабораторные работы, работа в малых группах	10	Подготовка теоретического материала к лаб. работе. Оформление отчета по лаб. работам. Анализ результатов и выводы	Металлографический микроскоп; набор мик- рошлифов паяных со- единений ВТИ-0 (3 шт), цифровой фотоаппарат.	Собеседова- ние по лаб. раб. Отчет по ито- гам лаб. рабо- ты №1.	[2,3]
Раздел 5. Паяе- мость конструк- ционных матери- алов. Методы исследования и контроля паяных соединений.	Тема 5.1. Паяемость легких и цвет- ных металлов и сплавов.	0,5				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература	[5,12]	
	Тема 5.2. Паяемость конструкцион- ных сталей, чугуна, коррозионно- стойких сталей и жаропрочных сплавов.	0,5				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	7	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература	[5,12]	
	Тема 5.3. Паяемость неметалличе- ских материалов с металлами.	0,4				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	10	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы	ПК, мультимедийный проектор, литература	[5,12]	
	Тема 5.4. Методы исследования состава, структуры и свойств паяных соединений. Дефекты и методы их контроля.	0,5				Лекция, наглядные (визуаль- ные) и словесные методы обучения	11	Изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы, подготовка к экзамену	ПК, мультимедийный проектор, литература	[5,9,12]	
Итого:		8	8	0	4		191				
		16									

### 5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Собеседование перед лабораторной работой	Ознакомление с содержанием лабораторной работы, оформление бланка отчета по лабораторной работе	допуск к выполнению работы	Студент ознакомился с содержанием и последовательностью выполнения лабораторной работы, ответил преподавателю на вопросы, оформил бланк для выполнения лабораторной работы.
		не допуск к выполнению работы	Студент не ознакомился с содержанием и последовательностью выполнения лабораторной работы, не ответил преподавателю на вопросы, не оформил бланк для выполнения лабораторной работы.
Проверка знаний по итогам лабораторных работ (защита отчетов по л.р №1-4)	Прохождение собеседования и выполнение лабораторной работы	«зачтено»	Студент выполнил лабораторные работы по темам дисциплины, и ответил на дополнительные вопросы преподавателя.
		«не зачтено»	Студент не выполнил лабораторные работы по темам дисциплины или (и) не ответил на дополнительные вопросы преподавателя.

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Устный экзамен по билетам. Экзамен «автоматом» не предусмотрен.	Выполнение лабораторных работ (№1-4) и защита отчетов.	«отлично»	студент продемонстрировал глубокое и полное знание и понимание всего объёма изученного материала; полное понимание сущности рассматриваемых понятий, явлений и закономерностей, теорий, взаимосвязей; полная сформированность ПК
		«хорошо»	студент продемонстрировал достаточное знание и понимание изученного материала; полный, системный и правильный ответ на основе изученных теорий с незначительными ошибками и недочётами; сформированность ПК на достаточном уровне.
		«удовлетворительно»	студент продемонстрировал плохое усвоение основного содержания учебного материала, не препятствующее дальнейшему усвоению материала; несистематизированное, фрагментарное, не последовательное изложение материала; недостаточная сформированность ПК
		«неудовлетворительно»	студент не усвоил и не раскрыл основное содержание учебного материала; ПК не сформированы.

## **6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)**

Учебным планом не предусмотрена курсовая работа или курсовой проект.

## **7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)**

Учебным планом не предусмотрено проведение курсовых работ (проектов), рефератов, контрольных работ, расчетных, расчетно-графических работ.

## **8. Вопросы к экзамену**

№ п/п	Вопросы
1	Определение пайки. Преимущества и недостатки. Область применения.
2	Классификация способов пайки.
3	Припои. Определение и классификация.
4	Флюсы. Определение и классификация.
5	Оксидные пленки на поверхности металлов и особенности их роста.
6	Активирование поверхностей при пайке. Механические и физические методы активирования.
7	Активирование поверхностей при пайке путем диссоциации оксидов.
8	Активирование поверхностей при пайке путем восстановления оксидов.
9	Активирование поверхности паяных материалов за счет растворения кислорода из оксидов. Автовакуумный нагрев.
10	Реакции взаимодействия оксидов с компонентами газовых флюсов и парами металлов.
11	Стадии образования соединений при пайке.
12	Смачивание. Определение. Уравнение Юнга. Адгезия. Уравнение Дюпре.
13	Смачивание в равновесных и неравновесных системах. Адгезионно активная пайка.
14	Растекание припоев. Определение. Количественная оценка.
15	Кристаллизация паяного шва при диффузионной пайке.
16	Диффузионные процессы в паяных соединениях в твердой фазе.
17	Фронтальное растворение паяемого материала в припое. Причины, закономерности, пути управления.
18	Паяемость алюминиевых сплавов.
19	Паяемость конструкционных сталей.
20	Локальное растворение паяемого материала. Причины и возможности регулирования.
21	Контактно-реактивное плавление и его особенности.
22	Основные схемы контактно-реактивной пайки. Возможности регулирования и технологические возможности.

№ п/п	Вопросы
23	Контактное плавление с участием одного из компонентов в паровой фазе.
24	Паяемость титановых сплавов.
25	Образование химических соединений в паяных швах.
26	Влияние формы образующихся интерметаллидов на механические свойства паяных соединений.
27	Образование интерметаллидных фаз при пайке разнородных материалов.
28	Технологические возможности управления процессом образования и роста прослоек химических соединений.
29	Особенности кристаллизации паяного шва при пайке.
30	Особенности эвтектической кристаллизации паяного шва. Химическая неоднородность паяных соединений.
31	Паяемость. Виды дефектов в паяных соединениях и методы их контроля.
32	Паяемость меди и сплавов на ее основе.
33	Особенности формирования структуры паяных швов при пайке материалов разного химического состава.
34	Методики исследования состава и структуры паяных соединений.
35	Методы испытаний паяных соединений.

## 9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 9.1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Принятая терминология и классификация способов пайки Активирование поверхностей взаимодействующих материалов при пайке	<i>ПК-2, ПК-6, ПК-12, ПК-17</i>	<i>Собеседование, отчет по лабораторной работе</i>
2	Взаимодействие жидкого припоя с паяемым металлом	<i>ПК-2, ПК-6, ПК-12, ПК-17</i>	<i>Собеседование, отчет по лабораторной работе</i>
3	Кристаллизация жидкого припоя	<i>ПК-2, ПК-6, ПК-12, ПК-17</i>	<i>Собеседование, отчет по лабораторной работе</i>
4	Паяемость конструкционных материалов. Методы исследования и контроля паяных соединений.	<i>ПК-2, ПК-6, ПК-12, ПК-17</i>	<i>Собеседование, отчет по лабораторной работе</i>

### 9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 9.2.1. Отчет по лабораторной работе

- Комплект отчетов по лабораторным работам (прилагаются в УМКД).

#### Лабораторная работа 1. «Определение температурного интервала активности флюсов».

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

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Программа работы.
4. Материалы и оборудование.
5. Описание состава использованного припоя, материал образцов, исследованные в качестве флюса вещества.
6. Эскиз образцов, схема проведения опытов, режимы обработки.
7. Данные по площади растекания припоя, состоянию поверхности образцов под веществами – флюсами, характере растекания.

№ п/п	Температура испытаний	Время выдержки при испытании, с	Площадь под растекшимся припоем, мм <sup>2</sup>	Примечание
-------	-----------------------	---------------------------------	--	------------

8. Объяснение полученных результатов и выводы о возможности использования исследованных веществ и качестве флюсов.

## **Лабораторная работа 2. «Ультразвуковая пайка алюминия».**

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

1. Титульный лист
2. Цель работы.
3. Описание состава и свойства, использованных в работе материалов и припоя для ультразвукового лужения.
4. Схема установки для ультразвукового лужения и принцип ее работы.
5. Описание технологии УЗК – пайки образцов.
6. Результаты механических испытаний образцов и их оценка.
7. Объяснение полученных результатов и выводы.

## **Лабораторная работа 3. «Контактно-реактивное плавление и контактно-реактивная пайка».**

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

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Предварительный анализ взаимодействия в системе титан-медь с указанием на диаграмме состояния минимальной и оптимальной температур пайки.
4. Графики распределения концентраций.
5. Расчеты кинетики кристаллизации.
6. Эскизы образцов и краткая методика работы.
7. Результаты опытов и металлографических исследований (зарисовки и описание структуры).
8. Анализ полученных результатов и выводы.

## **Лабораторная работа 4. «Изотермическая кристаллизация припоя при диффузионной пайке титана».**

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

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Характеристика используемых материалов, описание приспособлений и используемого оборудования.
4. Программа работы.
5. Анализ диаграммы состояния системы титан-медь.
6. Графики распределения концентрации меди в зоне паяного соединения после завершения контактно-реактивного плавления и после завершения диффузионной пайки.
7. Анализ микроструктуры паяных образцов из технического титана (эскизы или фотографии с указанием характерных зон, их размеры с указанием степени завершенности изотермической кристаллизации).
8. Расчет времени, необходимого для завершения изотермической кристаллизации для всех трех образцов.
9. Анализ полученных результатов и выводы.

### ***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 выполнении лабораторной работы продемонстрированы умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования и способность к систематическому изучению научно-технической информации;
  - 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 выполнении лабораторной работы не продемонстрированы умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования и способность к систематическому изучению научно-технической информации;
  - не получены ответы на контрольные вопросы по лабораторной работе.

## **10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)**

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.

### **Методические указания преподавателю**

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.



## 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

### 11.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1	Солнцев Ю. П. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] : учеб. для студентов втузов / Ю. П. Солнцев, Б. С. Ермаков, В. Ю. Пирайнен ; под ред. Ю. П. Солнцева. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2014. - 503 с. - ISBN 978-5-93808-238-3.	Учебник	ЭБС "IPRbooks"
2	Стрелкина Т. П. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] : лаб. практикум / Т. П. Стрелкина, Е. В. Шопина, А. А. Стативко ; Белгород. гос. технол. ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : [Изд-во БГТУ], 2014. - 87 с.	Лабораторный практикум	ЭБС "IPRbooks"
3	Технология и оборудование для пайки [Электронный ресурс] : лаб. практикум / Б. Н. Перевезенцев [и др.] ; ТГУ ; Автомех. ин-т ; каф. "Оборудование и технология сварочного пр-ва и пайки" ; [науч. ред. Б. Н. Перевезенцев]. - [Изд. 2-е, испр.] ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 211 с. : ил. - Библиогр. в конце разд. - Прил.: с. 188-211. - ISBN 978-5-8259-1029-1.	Лабораторный практикум	Репозиторий ТГУ

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ А.И. Асаева

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

*МП*

## 11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)

- фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
4	Специальные методы сварки и пайки : учебник / В. А. Фролов [и др.]; под ред. В. А. Фролова. - Гриф УМО. - Москва : Альфа-М : Инфра-М, 2013. - 219, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 216-219. - ISBN 978-5-98281-332-9 ("Альфа-М"): 314-55	Учебник	10
5	Лашко Н.Ф. Пайка металлов / Н.Ф. Лашко, С.В. Лашко. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1988. - 376 с. : ил. - Библиогр.: с. 369-371. - Предм. указ.: с. 372-374	Монография	39
6	Лабораторный практикум для студентов, обучающихся по специальности 150202 - Оборудование и технология сварочного производства по дисциплине "Материаловедение сварки и пайки" / ТГУ; Каф. "Оборудование и технология сварочного производства и пайки"; сост. А.И. Ковтунов, Т.В. Чермашенцева. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 51. - 5-00	Практикум	5
7	Новое в технологии и оборудовании для сварки и пайки : сб. трудов к 40-летию кафедры и 75-летию В.И. Столбова / ТГУ; каф. "Оборудование и технология сварочного пр-ва и пайки"; [науч. ред. В.В. Масаков, В.П. Сидоров]. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 253 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-8259-0370-5: 49-57	Сборник научных трудов	4
8	Волков Г. М. Материаловедение : учеб. для втузов / Г. М. Волков, В. М. Зуев. - М. : Академия, 2008. - 398 с. : ил. - (Высш. проф. образование). - Библиогр.: с. 394. - ISBN 978-5-7695-4248-0: 441-00	Учебник	16
9	Пайка-2008 : сб. материалов Междунар. науч.-техн. конф.: 10-12 сентября / ТГУ ; [редкол.: Б.Н. Перевезенцев и др.]. - Тольятти : ТГУ, 2008. - 323 с. : ил. - ISBN 978-5-8259-0415-3: 63-23	Материалы конференции	4

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
10	Пайка - 2005 : Международная науч.-техн. конференция: 6-8 сентября: сб. докладов / ТГУ; каф. "Оборудование и технология пайки". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2005. - 185 с., CD	Материалы конференции	CD
11	Сварка. Резка. Контроль : справочник в 2 т. Т.2 / Н. П. Алешин [и др.]; под ред. Н.П. Алешина и [и др.]. - М. : Машиностроение, 2004. - 478 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 465-478. - ISBN 5-217-03264-2(Т. 2): 1036-36	Справочник	11
12	Справочник по пайке / И. Е. Петрунин [и др.]; под ред. И. Е. Петрунина. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2003. - 479 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Перечень нормат. док.: с. 462-471. - Предм. указ.: с. 472-479. - ISBN 5-217-03167-0: 412-50	Справочник	60

• другие фонды:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Место хранения
13	«Сварка и диагностика» АНО «Национальное Агентство Контроля и Сварки» (АНО «НАКС»), издатель: ООО «Мастер-класс» Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-32849 от 15 августа 2008 г.	Периодический научно-технический журнал из списка ВАК	АНО «ГАЦ СВР»

### 11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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/>

#### 11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	1398	Бессрочная
2	OfficeStandart	1398	Бессрочная

#### 11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
1	А-303 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.	Стол ученический , стул , доска аудиторная (магнитно-маркерная), проектор, системный блок, экран с электроприводом.	445020 г. Тольятти, ул. Белорусская, 14б	85	60
2	А-403 Лаборатория "Теория и технология пайки". 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.	Стол ученический , стул ученический, Стол рабочий, Доска аудиторная (меловая), Высоковакуумный пост ВУП-4, Вакуумная электропечь СНВЭ, Разрывная машина РМП-500, Печь СНОЛ, Металлографический микроскоп МИМ-8, Муфельная электропечь МП-2УМ, Установка для контактного нагрева, Ультразвуковая установка УЗГ, Стол для сварки пластмасс, Установка для пайки ПДП, Установка для сварки термопар.	г. Тольятти, ул. Белорусская, 14б	108	30
3	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. 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	Стол ученический, стул, ПК с выходом в сеть интернет	445020, Самарская обл., г. Тольятти, Ул. Белорусская, 14,	84,8	16

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>	<b>Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.</b>	<b>Площадь, м<sup>2</sup></b>	<b>Количество посадочных мест</b>
	аттестации. (Г-401)				