

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 07 » декабря 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Пайка и нанесение покрытий
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Инновационные технологии сварочных процессов и
керамические покрытия
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для грамотного проведения инновационных технологических процессов в области пайки и нанесения покрытий

Задачи дисциплины:

- изучение передового отечественного и зарубежного опыта пайки различных материалов;
- формирование умения выбирать и разрабатывать технологические процессы пайки различных материалов;
- формирование навыков внедрения инновационных технологических процессов в области пайки и нанесения покрытий.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Пайка материалов.

Методы пайки. Механизм флюсования. Краткая характеристика свойств припоев. Классификация припоев. Припой на основе меди. Серебряные припои. Никелевые припои. Железные и марганцевые припои. Алюминиевые и магниевые припои. Оловянно-свинцовые припои. Особенности конструирования паяных соединений. Особенности технологии пайки деталей из основных конструкционных материалов.

Методы нанесения покрытий.

Назначение и классификация методов нанесения покрытий. Оборудование. Область применения.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.3	ИД-1ПК-3.3	Знает передовой отечественный и зарубежный опыт пайки различных материалов и нанесения покрытий	Знает передовой отечественный и зарубежный опыт производства сварных конструкций, технологические процессы сварки, сварочное и вспомогательное оборудование	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.3	ИД-2ПК-3.3	Умеет выбирать и разрабатывать технологические процессы пайки различных материалов и нанесения покрытий	Умеет разрабатывать планы по технической и технологической подготовке сварочного производства и производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.3	ИД-3ПК-3.3	Владеет навыками выбора материала флюса и припоя для соединения различных материалов	Владеет навыками разработки и реализации мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, повышению качества и надежности сварных конструкций, внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.8	ИД-1ПК-3.8	Знает инновационные технологические процессы в области пайки и нанесения покрытий	Знает инновационные технологические процессы в области сварки и смежных технологий, применяемое основное и вспомогательное оборудование и материалы, повышение технологичности и особенности организации производственных процессов в авиационном двигателестроении	Экзамен
ПК-3.8	ИД-2ПК-3.8	Умеет выбирать и разрабатывать технологические процессы пайки и нанесения покрытий различных материалов	Умеет разрабатывать технологические процессы в области сварки и смежных технологий, в том числе с применением средств автоматизированного проектирования,	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			осуществлять оптимальный выбор технологического оборудования для реализации производственного процесса разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию	
ПК-3.8	ИД-3ПК-3.8	Владеет навыками внедрения инновационных технологических процессов в области пайки и нанесения покрытий	Владеет навыками внедрения инновационных технологических процессов в области сварки и смежных технологий, анализа результатов экспериментальных технологических процессов, оптимизации выбора материалов и оборудования для обеспечения эффективности и бездефектности, при изготовлении изделий в авиационном двигателестроении	Отчёт по практическому занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	34	34	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	38	38	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Физико-химические процессы и материалы для пайки.	4	0	4	10
Обзор развития технологии пайки, ее применение в производстве. Методы пайки. Способы пайки. Преимущества и недостатки пайки по сравнению со сваркой плавлением. Основы физико-химических процессов при пайке. Состав и строение оксидных пленок. Способы удаления оксидной пленки. Растекание и смачивание. Капиллярное давление. Процессы диффузии и растворения припайке. Процессы кристаллизации при пайке. Флюсы для пайки. Назначение и классификация флюсов. Механизм флюсования. Газовые среды при пайке. Назначение и виды газовых сред. Припой. Марки припоев. Характеристика свойств припоев. Классификация припоев. Припой на основе меди. Серебряные припой. Никелевые припой. Железные и марганцевые припой. Алюминиевые и магниевые припой. Оловянно-свинцовые припой.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Технология и оборудование для пайки различных материалов.	4	0	4	10
Особенности конструирования паяных соединений. Рациональное размещение припоя. Оборудование и технология пайки. Пайка при нагреве теплопроводностью. Волновая пайка. Каскадная пайка. Пайка при нагреве конвекцией. Пайка газовыми горелками. Печная пайка. Вакуумная пайка. Особенности технологии пайки деталей из основных конструкционных материалов. Пайка меди и ее сплавов. Пайка сталей и чугуна. Особенности пайки жаростойких никелевых лопаточных сплавов. Высокотемпературная пайка в контролируемой среде и вакууме с применением высокотемпературных припоев на никелевой основе. Пайка твердых сплавов. Пайка титана и его сплавов. Пайка алюминиевых и магниевых сплавов. Пайка тугоплавких металлов.				
Вакуумное конденсационное напыление.	8	0	8	18
Физико-химические процессы, протекающие на поверхности твердого тела (подложки) и покрытия. Вакуумное конденсационное напыление термическим испарением. Вакуумное конденсационное напыление покрытий взрывным распылением-испарением материала. Вакуумное конденсационное напыление ионным распылением.				
ИТОГО по 2-му семестру	16	0	16	38
ИТОГО по дисциплине	16	0	16	38

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Разработка схемы технологического процесса пайки сплавов цветных металлов (Al, Cu, Ti) и сталей.
2	Разработка технологической схемы процесса напыления нитрида титана на режущий инструмент ионно-плазменным методом.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Кривоносова Е. А. Пайка металлов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. 215 с. 13,5 усл. печ. л.	41
2	Теория и технология покрытий. Вакуумное конденсационное напыление покрытий : учебное пособие для вузов / Анциферов В.Н., Горчаков А.И., Кривоносова Е.А., Матыгуллина Е.В., Ханов А.М. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2006. 72 с.	40
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Справочник по пайке / Петрунин И. Е., Березников Ю. И., Бунькина Р. Р., Ильина И. И. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 2003. 479 с.	9
2.2. Периодические издания		

1	Сварка и диагностика : научно-технический и производственный журнал по сварке, контролю и диагностике. Москва : Мастер-класс, 2006 - .	
2	Сварочное производство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Машиностроение, 1930 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Сварка : сборник стандартов ГОСТ и ГОСТ Р. Версия 2.1. Москва : БПМ, 2007. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks126736 (дата обращения: 02.12.2022).	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Справочник по пайке / Петрунин И. Е., Березников Ю. И., Бунькина Р. Р., Ильина И. И. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 2003.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2385	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Кривоносова Е. А. Пайка металлов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3355	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Теория и технология покрытий. Вакуумное конденсационное напыление покрытий : учебное пособие для вузов / Анциферов В.Н., Горчаков А.И., Кривоносова Е.А., Матыгуллина Е.В., Ханов А.М. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2006.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2570	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	ноутбук, проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Пайка и нанесение покрытий

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.04.01 «Машиностроение»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Инновационные технологии сварочных процессов и керамические покрытия
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Передовая инженерная школа «Высшая школа авиационного двигателестроения»
Форма обучения:	Очная

Курс: 1

Семестр: 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 2 семестр

Пермь 2022

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "**Пайка и нанесение покрытий**" является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине "Пайка и нанесение покрытий", объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (первого семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине "Пайка и нанесение покрытий" (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ОПЗ	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
3.1 передовой отечественный и зарубежный опыт пайки различных материалов	С1			Кр 1		ТВ
3.2 передовой отечественный и зарубежный опыт процессов нанесения покрытий	С2			Кр 2		ТВ
Освоенные умения						
У.1 выбирать и разрабатывать технологические процессы пайки различных материалов			ОПЗ1			КЗ
У.2 выбирать и разрабатывать технологические процессы нанесения покрытий			ОПЗ2			КЗ
Приобретенные владения						
В.1 навыками выбора материала флюса и припоя для соединения различных материалов			ОПЗ1			КЗ
В.2 навыками выбора технологических параметров процесса нанесения покрытий			ОПЗ2			КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты практических работ.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 2 практические работы. Типовые темы лабораторных

работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Пайка материалов», вторая КР – по модулю 2 «Технологии нанесения покрытий».

Типовые задания первой КР:

1. Характеристика основных способов удаления оксидной пленки.
2. Никелевые припои: состав, свойства, применение.

Типовые задания второй КР:

1. Классификация основных методов нанесения покрытий.
2. Диффузионные процессы в формировании покрытий.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Основы физико-химических процессов при пайке.
2. Состав и строение оксидной пленки.
3. Растекание и смачивание. Капиллярное давление.
4. Процессы диффузии и растворения при пайке.
5. Процессы кристаллизации при пайке.
6. Особенности конструирования паяных соединений.
7. Явления на поверхности. Адсорбция и абсорбция.
8. Формирование покрытий при термическом испарении
9. Принципиальная схема и оборудование ВКН взрывным распылением

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Провести выбор флюса и припоя для высокотемпературной пайки никелевых сплавов..
2. Выбрать рациональные методы размещения припоя при пайке двух труб.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Составить технологический процесс пайки по вершинная гофр элемента сотовой конструкции из алюминиевого сплава АМг5.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Приложение 1.

Типовые экзаменационные билеты для проверки знаний, умений и владений

БИЛЕТ № 1

1. Растекание и смачивание. Капиллярное давление. (*контроль знаний*)
2. Провести выбор флюса и припоя для высокотемпературной пайки никелевых сплавов. (*контроль знаний и умений*)
3. Сущность физических явлений при ионном распылении. Привести магнетронную схему ионного распыления (*контроль умений и владений*)