

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

« 03 » апреля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Теория сварочных процессов
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 288 (8)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Машиностроение (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование базы знаний об основных закономерностях физико-химических и металлургических процессов при сварке и основных положениях теории свариваемости.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Основные закономерности физико-химических и металлургических процессов при различных способах сварки плавлением: сварке покрытыми электродами и порошковой проволокой, сварке под флюсом, сварке в защитных газах, электрошлаковой сварке; основные положения теории свариваемости материалов.

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-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает основные положения теории сварочных процессов и свариваемости.	Знает принципы подготовки информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет проводить работы по оценке металлургической активности основного и сварочных материалов, анализировать результаты научно-исследовательских работ по металлургии сварки и свариваемости.	Умеет проводить работы по формированию элементов технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ	Индивидуальное задание
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками расчета свариваемости материалов, выбора метода оценки сопротивления образованию трещин при сварке.	Владеет навыками разработки проекты календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.12	ИД-1ПК-2.12	Знает металлургические особенности различных технологических процессов сварки.	Знает виды и методы неразрушающего контроля и разрушающих испытаний сварных соединений; требования единой системы технологической документации; порядок и методы планирования технической и технологической подготовки производства и выполнения сварочных работ; передовой отечественный и зарубежный опыт производства сварных конструкций, технологические процессы сварки, сварочное и вспомогательное оборудование.	Экзамен
ПК-2.12	ИД-2ПК-2.12	Умеет определять соответствие сварочных и свариваемых материалов, анализировать результаты научно-исследовательских работ по металлургии сварки и свариваемости.	Умеет определять соответствие сварочных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента требованиям нормативной и производственно-технологической документации; выполнять расчеты и определять оптимальные технологические режимы и параметры сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности; производить подбор сварочного и вспомогательного оборудования; внедрять прогрессивные технологические процессы по сварке и родственным процессам.	Индивидуальное задание
ПК-2.12	ИД-3ПК-2.12	Владеет навыками контроля соответствия свариваемых и сварочных материалов,	Владеет навыками контроля соответствия свариваемых и сварочных материалов,	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		выбора метода оценки сопротивления образованию трещин при сварке.	вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента технологической документации; контроля соблюдения технологических процессов при производстве (изготовлении, монтаже, ремонте, реконструкции) сварных конструкций (изделий, продукции) или их элементов; контроля объема и своевременности проведения неразрушающего контроля и разрушающих испытаний сварных соединений; оформления исполнительной документации по сварочному производству.	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	126	126	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	28	28	
- лабораторные работы (ЛР)	14	14	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	80	80	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	126	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	288	288	

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
6-й семестр				
Физические основы и классификация сварочных процессов.	2	0	6	12
Сущность процесса сварки и классификация: Сварка плавлением и сварка давлением, термические, термомеханические и механические процессы сварки. Источники энергии для сварки.				
Физические процессы в дуговом разряде.	2	2	6	12
Электрический разряд в газах. Элементарные процессы в плазме дуги. Явления переноса в плазме. Баланс энергии и температура в столбе дуги. Приэлектродные области дугового разряда. Перенос металла в сварочной дуге. Сварочные дуги переменного тока. Сварочные дуги с плавящимся электродом. Сварочные дуги с неплавящимся электродом. Плазменные сварочные дуги.				
Термические недуговые источники энергии.	4	2	6	12
Электронно-лучевые источники. Фотонно-лучевые источники. Газовое пламя. Термитная сварка.				
Прессовые и механические сварочные процессы.	1	0	8	12
Способы термопрессовой сварки. Кузнечная сварка. Прессово-механический контакт и холодная сварка. Сварка тернием. Сварка взрывом.				
Металлургические и физико-химические процессы при сварке.	4	2	8	14
Общая характеристика металлургических процессов и реакционного пространства при сварке. Особенности физико-химических процессов при сварке. Типы сварочных ванн. Распределение температуры в сварочной ванне и капле. Перенос электродного металла в сварочную ванну. Диссоциация газов. Растворение газов в металлах. Законы растворения газов в металлах: закон Генри, закон Сивертса. Кислород в металлах при сварке. Взаимодействие металлов с водородом при сварке. Взаимодействие металлов с азотом при сварке. Шлаковые фазы и их классификация, свойства и назначение. Процессы раскисления металла при сварке плавлением. Процессы легирования металла при сварке. Рафинирование металла сварного шва от серы и фосфора.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Особенности металлургии различных способов сварки.	6	4	8	12
Металлургия сварки покрытыми электродами, порошковой проволокой и электрошлаковой сварки. Классификация флюсов. Металлургия сварки под плавными и керамическими флюсами. Классификация защитных газов. Металлургия сварки в углекислом газе.				
Свариваемость металлов и сплавов.	4	2	8	14
Свариваемость металлов и ее критерии. Оценка свариваемости углеродистых и легированных сталей Термодеформационные явления в металле при сварке. Температурный интервал хрупкости. Классификация трещин при сварке. Природа образования горячих и холодных трещин. Кристаллизация металла при сварке; химическая неоднородность сварных соединений; связь структуры сварного соединения с его эксплуатационными свойствами.				
Горячие трещины в сварных соединениях.	2	0	8	12
Горячие трещины в сварных соединениях, классификация, факторы склонности, механизм образования, предотвращение. Методы оценки стойкости металла шва против образования горячих трещин.				
Холодные трещины в сварных соединениях. Трещины ламелярные и повторного нагрева.	2	2	8	12
Причины и природа холодных трещин. Предотвращение холодных трещин. Методы определения стойкости сварных соединений против образования холодных трещин. Ламелярные трещины и трещины повторного нагрева.				
Тепловые процессы при сварке.	1	0	14	14
Основные понятия и законы в расчете тепловых процессов при сварке. Закон теплопроводности (Фурье). Поверхностная теплоотдача и краевые условия Дифференциальное уравнение теплопроводности. Источники теплоты и их схематизация. Расчеты температурных полей при различных схемах нагрева (мгновенными точечным, линейным и плоским источниками; неподвижными непрерывно действующими источниками; подвижными источниками. Нагрев и плавление металла при сварке. Термический цикл при однопроходной сварке. Плавление основного материала. Нагрев и плавление присадочного материала. Термический цикл при многослойной сварке. Особенности тепловых процессов при различных способах				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
сварки.				
ИТОГО по 6-му семестру	28	14	80	126
ИТОГО по дисциплине	28	14	80	126

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изучение основных физико-химических процессов при сварке плавлением (окисление, диссоциация и растворение газов в металле шва).
2	Исследование взаимодействия металлов с кислородом при сварке плавлением.
3	Оценка свариваемости высоколегированных сталей.
4	Сварочные дуги переменного тока. Сварочные дуги с плавящимся электродом. Сварочные дуги с неплавящимся электродом. Плазменные сварочные дуги.
5	Прессовые и механические сварочные процессы.
6	Построение математической модели электронно-лучевой сварке.
7	Построение математической модели нагрева бесконечного и ограниченного стержня мгновенным и непрерывным источником нагрева.
8	Построение графика распределения температуры по длине стержня, построение термического цикла контактной сварки.
9	Оценка формы шва, построение термического цикла электродуговой сварки, оценка влияния параметров режимов сварки на геометрию сварного шва, оценка влияния краевых условий на термические циклы сварки и глубину проплавления.
10	Построение термического цикла электроннолучевой сварки, оценка влияния параметров режимов сварки на геометрию сварного шва, оценка влияния краевых условий на термические циклы сварки и глубину проплавления.
11	Исследование и расчет процессов диссоциации газов при сварке.
12	Исследование склонности хромоникелевых сталей к образованию горячих трещин по диаграмме Шеффлера

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование разрывной длины дуги.
2	Процессы при нагреве электродного стержня.
3	Исследование свариваемости углеродистых и легированных сталей.
4	Исследование процессов в дуге

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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

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. Теория сварочных процессов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007. 261 с. 16,375 усл. печ. л.	57
2	Кривоносова Е. А. Теория сварочных процессов: моделирование физико-химических процессов в сварном шве : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014. 92 с. 7,6 усл. печ. л.	5
3	Теория сварочных процессов : учебник для вузов / Коновалов А. В., Куркин А. С., Макаров Э. Л., Неровный В. М. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. 749 с.	69

4	Теория сварочных процессов : учебник для вузов / Неровный В. М., Коновалов А. В., Якушин Б. Ф., Макаров Э. Л. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 703 с. 57,2 усл. печ. л.	4
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Сварка. Резка. Контроль. Т. 1. Москва : Машиностроение, 2004. 619 с.	43
2	Сварка. Резка. Контроль. Т. 2. Москва : Машиностроение, 2004. 478 с.	44
2.2. Периодические издания		
1	Автоматическая сварка : Сварка. Резка. Наплавка. Пайка. Нанесение покрытий международный научно-технический и производственный журнал. Киев : Сварка, 1948 - .	
2	Сварка и диагностика : научно-технический и производственный журнал по сварке, контролю и диагностике. Москва : Мастер-класс, 2006 - .	
3	Сварочное производство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Машиностроение, 1930 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
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)
Основная литература	Кривоносова Е. А. Теория сварочных процессов : учебное пособие / Е. А. Кривоносова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2658	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Кривоносова Е. А. Теория сварочных процессов: моделирование физико-химических процессов в сварном шве : учебное пособие / Е. А. Кривоносова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3940	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Неровный В. М. Теория сварочных процессов : учебник для вузов / Неровный В. М., Коновалов А. В., Якушин Б. Ф., Макаров Э. Л., Куркин А. С. - Москва: МГТУ им. Баумана, 2016.	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106410	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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
Лабораторная работа	Персональный компьютер	8
Лекция	Ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	8

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

Теория сварочных процессов

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.03.01 «Машиностроение»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Машиностроение (общий профиль)
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	СПМиТМ
Форма обучения:	Очная

Курс: 3

Семестр: 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	8	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	288	ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 6 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине ТСП 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, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра учебного плана), учебный материал разбит на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные 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 ТСП (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 экзамена. 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
6-й семестр						
Усвоенные знания						
3.1 основные положения теории сварочных процессов и свариваемости, 3.2 металлургические особенности различных технологических процессов сварки.	С1			Кр1		ТВ
Освоенные умения						
У.1 выбирать и реализовывать работы по оценке металлургической активности основного и сварочных материалов, анализировать результаты научно-исследовательских работ по тепловым процессам при сварке, металлургии сварки и свариваемости. У.2. определять соответствие сварочных и свариваемых материалов, анализировать результаты научно-исследовательских работ по металлургии сварки и свариваемости.	С2		ОП31 ОП32 ОП33 ОП34 ОП35 ОП36 ОП37 ОП38 ОП39 ОП310 ОП311 ОП312	Кр2		ТВ
Приобретенные владения						

<p>В.1 навыками расчета свариваемости материалов, выбора метода оценки сопротивления образованию трещин при сварке.</p> <p>В.2. навыками выбора метода оценки сопротивления образованию трещин при сварке.</p>			<p>ОПЗ1 , ЛР1 ОПЗ2 ЛР2 ОПЗ3 ЛР3 ОПЗ4 ЛР4 ОПЗ5 ОПЗ6 ОПЗ7 ОПЗ8 ОПЗ9 ОПЗ10 ОПЗ11 ОПЗ12</p>			ТВ
--	--	--	---	--	--	----

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОПЗ – отчет по практической работе; КР – контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание;

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом 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 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 5-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, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты практической работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных и практических работ

Всего запланировано 12 практических и 4 лабораторные работы. Типовые темы практических и лабораторных работ приведены в РПД.

Защита 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 «Физические процессы при сварке», вторая КР – по модулю 3 «Металлургические процессы при сварке».

Типовые задания первой КР:

1. Эмиссионные процессы в сварочной дуге. Уравнение Ричардсона-Дешмана.
2. Конвективный теплообмен и лучистый теплообмен.
3. Вольт-амперная характеристика дуги.

Типовые задания второй КР:

1. Кислород в металлах при сварке. Влияние кислорода на свойства металла шва.
2. Легирование металла сварного шва. Коэффициент перехода.

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. 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. Физические процессы в дуге. Ионизация. Уравнение Саха.
2. Раскисление металла сварочной ванны. Сравнительная характеристика раскислительной способности металлов. Особенности раскисления при различных способах сварки.
3. Теплофизические величины и понятия.
4. Рафинирование металла сварного шва. Особенности рафинирования при различных способах сварки.
5. Свариваемость металлов. Методы оценки свариваемости углеродистых и легированных сталей, никелевых сплавов.

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Методы расчета распространения тепла от неподвижных источников.
2. Методы расчета распространения тепла от мгновенных и непрерывно-действующих (точечный, линейный, плоский)

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре. Типовой вариант экзаменационных билетов представлен в Приложении 1.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

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

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена 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. Электрическая сварочная дуга. Классификация сварочных дуг
(*контроль знаний*)
2. Дать характеристику распределения температур в сварочной ванне и капле. Привести схему переноса электродного металла в сварочную ванну.
(*контроль знаний и умений*)
3. Выбрать метод оценки склонности металла шва к образованию горячих трещин при сварке высоколегированной стали.
(*контроль умений и владений*)