

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ

Директор ПИ

Артамонов Д.В.



10 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б. 1.2.8

ТЕОРИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки: 15.03.01 «Машиностроение»

Профиль подготовки: «Оборудование и технология сварочного производства»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочная

г. Пенза, 2015 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Теория сварочных процессов» является формирование у бакалавров системы знаний теоретических основ сварочных процессов:

- физико-химических и металлургических основ сварочных процессов;
- физико-механических и химических процессов в сварочных источниках энергии;
- тепловых процессов при сварке;
- термомодеформационных процессов (структурные и фазовые превращения в металлах и сплавах при сварке), свариваемость;
- теоретических и экспериментальных сведений о свариваемости металлов и сплавов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

2.1. Учебная дисциплина «Теория сварочных процессов» относится к вариативной части Профессионального цикла.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Материаловедение

Знания: *строение твердых тел, строение железоуглеродистых сплавов, их структура в зависимости от температурного воздействия и содержания углерода, маркировка сталей.*

Умения: *оценивать влияние различных факторов на механические и технологические свойства сплава*

Владения: *расшифровка сталей, выбор вида термообработки для придания необходимых свойств сплавам*

- Химия

Знания: *строение веществ, основы химической термодинамики, основы теории растворов, окислительно-восстановительные реакции, химическое равновесие, его характеристика.*

Умения: *расчет термодинамических величин, уравнения ОВР.*

Владения: *расчет электронных балансов окислительно-восстановительных реакций, определение валентности элементов, расчет тепловых балансов химических реакций, расчет констант равновесия химических реакций.*

- Физика

Знания: *Законы механики, законы электростатики и электромагнетизма, законы термодинамики, диффузия, основы молекулярно-кинетической теории, способов теплопередачи.*

Умения: *расчеты электрической цепи*

Владения: *определение физических констант, расчеты тепловых балансов, термодинамических потенциалов*

- Высшая математика / Математика

Знания: *интегральное и дифференциальное исчисление*

Умения: *производить расчеты, построение векторов*

Владения: *определение и расчет интегралов и дифференциалов.*

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- *Технологическая подготовка сварочного производства;*
- *Сварочные материалы;*
- *Производство сварных конструкций.*

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ПК-11	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	Знать: физико-химические основы сваривания металлов и сплавов, металлургические процессы при сварке
		Уметь: теоретически обосновывать выбор способов сварки, сварочных материалов, источников энергии для сварки, определять свариваемость металлов и сплавов
		Владеть: основами выбора способа сварки и сварочных материалов для определенного конструкционного материала; основами расчетов свариваемости металлов и сплавов, распределения теплового поля в металле при сварке, возможности фазовых и структурных превращений при тепловом воздействии источников тепла при сварке

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Структура дисциплины (заочная)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, в том числе:

6 семестр: трудоемкость 3 зет, 108 часа, в том числе: лекции – 8 часов, практические занятия – 10 часов, самостоятельная работа 90 часов.

Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой;

7 семестр: трудоемкость 3 зет, 108 часа, в том числе: лекции – 6 часов, практические занятия – 8 часов, самостоятельная работа 94 часов.

Вид промежуточной аттестации – зачет.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)								
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа*					Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	Курсовая работа (проект)	др.	
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)	Подготовка к Экзамену (зачету)									
1.	Раздел 1. Физико-химические основы получения сварных соединений, классификация видов сварки	6		4	2	2	-	20	9	5	-	6	+			+	+				
2.	Раздел 2. Физико-механические и химические процессы в сварочных источниках энергии	6		4	2	2	-	20	5	5	-	10	+			+	+				
3.	Раздел 3. Тепловые процессы при сварке	6		6	2	4	-	20	5	5	-	10	+			+	+				
4.	Раздел 4. Металлургические основы сварочных процессов	6		4	2	2	-	30	10	10	-	10	+			+	+				
				18	8	10	-	90	29	25	-	36									
5.	Раздел 5. Свариваемость металлов и сплавов	7		14	6	8	-	94	44	14	-	36	+			+	+				
	<i>Курсовая работа (проект)</i>																				
	<i>Подготовка к экзамену (зачету)</i>											72									
	Общая трудоемкость, в часах			32	14	18	-	184	73	39	-	72	Промежуточная аттестация								
													Форма			Семестр					
													Зачет			6*, 7					
													Экзамен			-					

* **Самостоятельная работа студентов** заключается в подготовке к аудиторным занятиям, сдаче рефератов и зачету с использованием основной и дополнительной рекомендованной литературы.

Структура дисциплины (заочная, ускоренная форма обучения)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, в том числе:

5 семестр: трудоемкость 3 зет, 108 часа, в том числе: лекции – 8 часов, практические занятия – 6 часов, самостоятельная работа 94 часов. Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой;

6 семестр: трудоемкость 3 зет, 108 часа, в том числе: лекции – 4 часов, практические занятия – 4 часов, самостоятельная работа 100 часов. Вид промежуточной аттестации – зачет.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)								
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа*					Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольных работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	Курсовая работа (проект)	др.	
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)	Подготовка к Экзамену (зачету)									
1.	Раздел 1. Физико-химические основы получения сварных соединений, классификация видов сварки	5		4	2	-	-	20	9	5	-	6	+			+	+				
2.	Раздел 2. Физико-механические и химические процессы в сварочных источниках энергии	5		4	2	2	-	20	5	5	-	10	+			+	+				
3.	Раздел 3. Тепловые процессы при сварке	5		6	2	2	-	20	5	5	-	10	+			+	+				
4.	Раздел 4. Металлургические основы сварочных процессов	5		4	2	2	-	34	12	12	-	10	+			+	+				
				14	8	6	-	94	31	27	-	36									
5.	Раздел 5. Свариваемость металлов и сплавов	6		8	4	4	-	100	44	20	-	36	+			+	+				
	<i>Курсовая работа (проект)</i>																				
	<i>Подготовка к экзамену (зачету)</i>											72									
	Общая трудоемкость, в часах			22	12	10	-	194	75	57	-	72	Промежуточная аттестация								
													Форма			Семестр					
													Зачет			5*, 6					
													Экзамен			-					

* Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке к аудиторным занятиям, сдаче рефератов и зачету с использованием основной и дополнительной рекомендованной литературы.

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1. Лекции

Раздел 1. Физико-химические основы получения сварных соединений, классификация видов сварки

Понятие сварки. Условия создания монолитного неразъемного соединения.

Виды сварочных процессов, их характеристика.

Сварное соединение, его строение, характеристика строения зон сварного соединения.

Классификация видов сварки.

Раздел 2. Физико-механические и химические процессы в сварочных источниках энергии

Физико-химические процессы в дуговом разряде

Электрический разряд в газах. Дуговой разряд, история его открытия русским ученым В.В.Петровым. Процесс возбуждения дуги, способы ее зажигания. Основные зоны дуги и их геометрические параметры.

Элементарные процессы в прикатодной области дуги. Явление эмиссии, работа выхода электрона. Механизмы эмиссии электронов.

Элементарные процессы в столбе дуги. Явление ионизации, потенциал ионизации. Механизмы ионизации. Термическая ионизация газа. Уравнение Саха и расчет степени ионизации дуговой плазмы.

Явление переноса в столбе дуги (электро- и теплопроводность), их значение. Саморегулирование процессов в столбе дуги.

Баланс энергии в столбе дуги. Средняя температура, напряженность и средняя плотность в столбе дуги. Уравнения К.К.Хренова для расчета температуры дуги.

Процессы в прианодной области дуги, их характеристика.

Неоднородность электрического поля дуги. Распределение потенциала в дуге.

Вольт-амперная характеристика дуги, ее объяснение с позиций процессов, происходящих в дуге.

Действие магнитных полей на дугу.

Общие условия устойчивости электрической дуги.

Перенос металла в сварочной дуге. Силы, действующие на каплю электродного металла при переносе, их характеристика. Виды переноса. Управление переносом металла в дуге.

Особенности распространенных видов сварочных дуг. Особенности дуги переменного тока. Сварочная дуга с неплавящимся электродом.

Особенности дуги в защитных газах. Дуговой разряд в среде активного защитного газа (углекислого газа). Сварочная дуга в среде инертных газов.

Особенности существования и характеристики сжатых дуг в плазмотронах.

Газопламенные источники энергии сварки и резки металлов

Газовое пламя: параметры и строение. Регулирование химического воздействия пламени на свариваемый металл. Распределение температуры в зонах газового пламени в зависимости от его вида.

Физико-химические основы газопламенной резки металлов. Термическая и термохимическая виды резки. Использование кислородно-флюсовой резки металлов.

Специальные источники энергии термических видов сварки

Электронно-лучевые источники энергии.

Фотонно-лучевые источники.

Источники энергии при термопрессовых и прессово-механических процессах

Контактная сварка. Кузнечная сварка.

Классификация термопрессово-механических источников энергии. Прессово-механический контакт и холодная сварка. Трущийся контакт и сварка трением. Ударный контакт и сварка взрывом. Ультразвук в сварке.

Раздел 3. Тепловые процессы при сварке

Основные понятия и законы в тепловых расчетах сварочных процессов

Основные понятия и определения. Способы передачи тепла в твердом металле и с его поверхности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Расчетные схемы нагреваемого тела и источников тепла.

Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты

Распространение тепла в бесконечном теле от неподвижного источника (мгновенный точечный источник, мгновенный линейный источник, мгновенный плоский источник, мгновенный объемный источник). Принципы наложения.

Распространение тепла от непрерывно действующих неподвижных источников. Точечный непрерывно действующий источник на поверхности полубесконечного тела. Линейный непрерывно действующий источник при однопроходной сварке пластин. Плоский непрерывно действующий источник в бесконечном стержне. Периоды теплонасыщения и выравнивания температуры при нагреве движущимися источниками теплоты.

Распространение тепла от быстро движущихся источников теплоты. Быстродвижущийся точечный источник на поверхности пластины.

Нагрев и плавление металла при сварке

Влияние режимов сварки и теплофизических свойств металла на температурное поле. Размеры зоны нагрева.

Термический цикл при однопроходной сварке. Максимальные температуры. Мгновенная скорость охлаждения при данной температуре.

Длительность пребывания металла выше данной температуры. Термический цикл при многослойной сварке.

Нагрев и плавление основного металла сварочной дугой. Тепловая эффективность процессов проплавления. Термический КПД процесса. Производительность наплавки и проплавления.

Сварочная ванна, ее форма и размеры. Зависимость параметров сварочной ванны от режима и условий сварки.

Раздел 4. Металлургические основы сварочных процессов

Особенности металлургических процессов при сварке. Оценка термодинамической устойчивости химических соединений при температурах сварки.

Роль газовой фазы при сварке плавлением. Источники газовой фазы при сварке. Механизмы взаимодействия газов с металлами при сварке. Растворимость газов в металлах. Факторы, обуславливающие растворимость газов металла: влияние парциального давления газовой фазы (закон Сивертса), влияние температуры, природы металла, легирующих элементов. Механизм удаления газов из металла в процессе кристаллизации. Химическое взаимодействие металлов с газами при сварке.

Особенности поведения водорода при сварке плавлением. Пористость и водородная хрупкость металлов. Растворимость водорода в металлах и факторы, влияющие на нее. Методы ограничения содержания водорода в процессе сварки.

Влияние азота на свойства металлов и их сплавов. Насыщение расплавленных металлов азотом. Возможности образования нитридов. Способы снижения содержания азота в металлах при сварке плавлением.

Растворимость кислорода в металлах и сплавах. Раскисление металлов при сварке. Осаждающее раскисление. Раскислительная способность элементов, влияние на данную характеристику природы элемента, температуры и концентрации.

Защитные газовые атмосферы при электродуговой сварке плавлением. Активные и инертные защитные газовые атмосферы. Окислительный потенциал газовой фазы при сварке в углекислом газе.

Шлаковая фаза. Назначение шлаков при сварке.

Электродные покрытия – источники шлаковой фазы в условиях ручной дуговой сварки. Составляющие электродных покрытий. Классификация электродов по составу покрытия.

Сварочные флюсы – шлаковая фаза при автоматической сварке, их назначение. Главные компоненты шлаковой фазы в условиях сварки плавлением. Основность и окислительная способность шлаков. Классификация шлаков. Ионная теория шлаковых расплавов. Физико-химические свойства шлаков и природа процессов взаимодействия их с расплавленным металлом.

Окислительно-восстановительные процессы на границе раздела металла сварочной ванны со шлаком. Химическое взаимодействие расплавленных шлаков с металлом. Диффузионное раскисление металлов. Легирование металлов через шлак. Рафинирование металлов от серы и фосфора с участием сварочных шлаков.

Кристаллизация металла при сварке плавлением. Общие положения теории кристаллизации. Кристаллизация сплавов. Типы первичной структуры при кристаллизации.

Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла шва. Факторы, влияющие на первичную структуру сварного шва. Способы изменения структуры шва при сварке.

Общая характеристика процессов вторичной кристаллизации в металле шва. Особенности этих процессов в условиях сварки в сравнении с термообработкой.

Горячие трещины при сварке и их виды. Природа образования горячих трещин. Способы оценки сопротивляемости сплавов против образования горячих трещин. Методы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин.

Холодные трещины. Природа и механизм образования холодных трещин. Методы оценки сопротивляемости сварных соединений холодным трещинам. Основные мероприятия по повышению сопротивляемости металлов и сплавов возникновению холодных трещин.

Раздел 5. Общие положения о свариваемости металлов и сплавов

Понятие о свариваемости. Свариваемость однородных и разнородных материалов (физическая свариваемость). Технологическая свариваемость.

Определение и методы оценки свариваемости, прямые и косвенные методы, их общая характеристика.

Характеристика свариваемости промышленных металлов и сплавов.

Основные трудности при сварке металлов и сплавов, принципы выбора сварочных материалов, предупреждение дефектов в сварных соединениях. Среднеуглеродистые и низколегированные стали повышенной прочности. Высокопрочные стали. Низколегированные теплоустойчивые стали. Среднелегированные конструкционные и жаропрочные стали. Аустенитные стали. Высокохромистые мартенситные, мартенситно-ферритные и ферритные стали. Мартенситно-стареющие стали. Ферритно-аустенитные нержавеющей стали. Медь и сплавы на основе меди. Никель и его сплавы. Алюминий и его сплавы. Титан и сплавы на его основе.

4.2.2. Практические работы

работа 1. Определение эффективной мощности сварочных источников теплоты колориметрическим методом.

работа 2. Нагрев и расплавление электродов.

работа 3. Проплавление основного металла при наплавке валиков.

работа 4. Исследование ионизирующего действия компонентов электродных покрытий.

работа 5. Схема кристаллизации сварных швов.

работа 6. Изучение структуры сварных соединений.

работа 7. Определение деформаций в процессе нагрева концентрированными потоками энергии.

работа 8. Определение механических свойств сплавов в температурном интервале кристаллизации.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами, в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного обеспечения, дистанционных форм обучения, возможностей Интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций.

В преподавании курса «Теория сварочных процессов» предусматривается применение мультимедийного сопровождения, комплекта плакатов по темам, комплекты натуральных образцов к лабораторным и практическим работам, а также различных дополнительных сведений, приводимых в научно-технической литературе; используются следующие формы:

- лекции; практические занятия, в рамках которых решаются задачи, обсуждаются вопросы лекций и домашних заданий; проводятся устные опросы, контрольные работы;
- самостоятельная работа студентов, включающая усвоение теоретического материала, выполнение домашних заданий, выполнение и подготовка к защите домашних семестровых заданий (рефератов); подготовка к текущему контролю знаний и к промежуточным аттестациям;
- рейтинговая технология контроля учебной деятельности студентов для обеспечения их ритмичной работы в течение семестра
- консультирование студентов по вопросам учебного материала, решения задач.

Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют ___% аудиторных занятий (определяется требованиями ФГОС).

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций (таблица 2).

Таблица 2. Методы активизации для видов учебной деятельности

Методы активизации деятельности	Виды учебной деятельности			
	Л	ЛЗ	ПЗ	СРС
Дискуссия		х		
IT-методы	х			х
Командная работа		х		х
Разбор кейсов				
Опережающая СРС		х		х
Индивидуальное обучение				х
Проблемное обучение		х		х

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
	Физико-химические основы получения сварных соединений, классификация видов сварки	Подготовка к аудиторным занятиям.	Изучение темы с использованием рекомендуемой литературы.	1. Теория сварочных процессов : учебник / А. В. Коновалов [и др.] ; ред. В. М. Неровный. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. - 752 с. – 60 экз. УДК 621.791(075)	20 / 20
	Физико-механические и химические процессы в сварочных источниках энергии			http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=KATL&P21DBN=KATL&S21STN=1&S21REF=3&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=U=&S21STR=621.791%28075%29	20 / 20
	Тепловые процессы при сварке			2. Теория и технология сварочных процессов [Текст] : сборник задач / В. П. Сидоров. - 2-е изд., испр. . - Тольятти : ТГУ, 2009. - 228 с.	20 / 20
	Металлургические основы сварочных процессов	Написание рефератов.	Подготовка рефератов по теме дисциплины.	http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=KATL&P21DBN=KATL&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%A1%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2,%20%D0%92%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80%20%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87	30 / 34
	Свариваемость металлов и сплавов	Выполнение к/р Подготовка к зачету.	Изучение соответствующих вопросов к зачету.		94 / 100

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ГОС ВО/ГОС СПО) по данной дисциплине.
- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.
- самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.
- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВО/ГОС СПО по данной дисциплине:

- самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;
- предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;
- в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;
- предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;
- использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;
- использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Рубежный контроль	1-5	ПК-11
2	Проверка и прием рефератов, контр. работ		

Знание бакалаврами основ физико-химических, металлургических, тепловых и термомеханических процессов при сварке; основ молекулярно-кинетической теории, термодинамики, электростатики и электродинамики, механики; физико-химические основы сваривания металлов и сплавов; основ свариваемости металлов, физико-химических и механических процессов в источниках энергии для сварки, металлургические процессы при сварке проверяются:

- при помощи рефератов (см. приложение 1).
- на итоговом зачете (перечень вопросов для проведения зачета приведен в приложении 2).

Умения бакалавров использовать знания основ молекулярно-кинетической теории, термодинамики, электростатики и электродинамики, механики в контексте сварочных процессов; теоретически обосновывать выбор сварочных материалов, источников энергии для сварки; проводить расчеты распределения теплового поля в металле в процессе сварки; определять возможность образования сварного соединения; обосновывать выбор вида сварки, определять свариваемость металлов и сплавов оцениваются при защите отчетов по практическим заданиям, перечень которых приведен в приложении 3, в ходе опроса бакалавров по вопросам для самостоятельной подготовки (см. приложение 4), а также на итоговом зачете (перечень вопросов для проведения зачета приведен в приложении 2).

Способности владеть знаниями и навыками определять основные закономерности химических и физических процессов при сварке; основными методами определения реакции металлов на сварочный процесс; основами расчетов свариваемости металлов и сплавов, распределения теплового поля в металле при сварке, возможности фазовых и структурных превращений при тепловом воздействии источников тепла при сварке; знаниями для выполнения оп-

тимального выбора вида сварки и сварочных материалов для определенного конструкционного материала оцениваются при выполнении бакалаврами практических (расчетных) работ, перечень которых приведен в приложении 3, а также на итоговом зачете (перечень вопросов для проведения зачета приведен в приложении 2).

Система рейтинговой оценки

При изучении дисциплины «ТСП» используется рейтинговая система оценки знаний студентов. В системе рейтинговой оценки знаний студентов определены баллы, по которым проводится оценка знаний в течение семестра (табл. 1), сдачи экзамена (табл. 2), выставление итоговой оценки «Удовлетворительно», «Хорошо» или «Отлично» (табл. 3). Максимальная рейтинговая оценка дисциплины составляет 100 баллов. Для контроля работы студента в течение семестра система предусматривает контрольные точки (КТ), для которых установлены следующие сроки:

КТ1 - 8 неделя;

КТ2 – зачетная неделя.

В системе определены баллы, по которым проводится оценка знаний в течение семестра, сдачи экзамена (табл. Распределение баллов по отчетным позициям дисциплины «Материаловедение»). В результате формируется общее количество баллов R_j^{disc} .

При недостатке в семестре баллов для допуска к экзамену студент может дополнительно набрать баллы, выполняя индивидуальные самостоятельные задания, рефераты. За работу в семестре (например, научно-исследовательская работа, выступление на конференциях) студент может получить до 6 поощрительных баллов, но общая сумма баллов за текущую работу в семестре не должна превышать 60 баллов.

В таблице 3 представлено количество баллов за три вопроса в экзаменационном билете. Оценка на экзамене не должна превышать 40 баллов.

Таблица 3 Экзамен

Традиционная оценка	1-й вопрос	2-й вопрос	3-й вопрос	Итого за экзамен
Удовлетворительно	8	8	8	24
Хорошо	11	11	11	33
отлично	13	13	14	40

В таблице 4 показано, из каких составляющих выставляется общая оценка на экзамене $R_{дис}$: оценка складывается из суммы баллов работы в семестре ($R_{тек}$) + баллы экзамена ($R_{экз}$).

Таблица 4 Итоговая оценка в зачетке

Интервал баллов рейтинга	Традиционная оценка
$0 < R_j^{disc} < 60$	Неудовлетворительно
$60 < R_j^{disc} < 73$	Удовлетворительно
$73 < R_j^{disc} < 90$	Хорошо
$90 < R_j^{disc} < 100$	отлично

Оценка «Удовлетворительно», «Хорошо» или «Отлично» складывается из соответствующих баллов таблиц 3 и 4.

**Примеры тем рефератов по дисциплине
“Теория сварочных процессов”**

1. Агрегатные состояния вещества и их энергетический анализ.
2. Металлы, их место в периодической системе элементов, классификация и использование их в сварочном производстве.
3. Сторонние и свойства электрической сварочной дуги.
4. Виды сварки термического класса. История создания и развития, физическая сущность, управляющие параметры и области применения каждого из них. Место в промышленности.
5. Ионизирующее действие материалов электродных покрытий, электродов разных марок и флюсов.
6. Свойства сварочной дуги в магнитных полях.
2. Коэффициент полезного действия сварочной дуги.
3. Металлургия сварки сталей в среде углекислого газа.
4. Сварочная дуга. Общая характеристика. Строение дуги. Виды сварочных дуг.
10. Строение пламени горения углеводородных соединений. Процессы, идущие в различных зонах пламени. Горение газов – цепная реакция.
11. Потенциал ионизации газов, его использование в сварке.
12. Поведение водорода при сварке плавлением и влияние его на качество сварных соединений.
13. Сварка в вакууме.
14. Взаимодействие металлов со шлаками. Главные компоненты шлаковых систем.
15. Металлургические процессы при автоматической сварке под флюсом.
16. Легирование и раскисление сталей при сварке.
17. Взаимодействие металлов с газами при сварке.
18. Влияние серы и фосфора на свойства металла сварных швов.
19. Методы повышения сопротивления сварных соединений образованию горячих трещин.
20. Способы повышения сопротивления сварных соединений холодным трещинам.

**Вопросы для проведения зачета по дисциплине
“Теория сварочных процессов”**

Физико-химические процессы в источниках энергии для сварки

Виды источников энергии для сварки, их классификация.

Общая характеристика сварочной дуги, ее строение.

Элементарные процессы, происходящие в электрической дуге. Процессы на катоде и в прикатодной области. Эмиссия электронов. Механизмы эмиссии электронов с поверхности металлов.

Процессы в столбе дуги. Ионизация. Механизмы ионизации. Степень ионизации – количественная характеристика процесса ионизации. Уравнение Саха как температурная зависимость степени ионизации газа. Температура дуги. Ее характеристика.

Процессы на аноде и в анодной области дугового промежутка.

Неоднородность электрических свойств сварочной дуги.

Особенности дуги прямой и обратной полярности.

Особенности дуги переменного тока. Вентильный эффект.

Особенности сварочной дуги в защитных газах. Сварка в среде CO₂.

Особенности сварочной дуги в защитных газах. Сварочная дуга в среде инертных газов.

Сварочная дуга с плавящимся электродом.

Влияние магнитного поля на сварочную дугу. Влияние собственного магнитного поля дуги. Влияние ферромагнитных масс. Способы устранения влияния магнитного дутья.

Внешнее магнитное поле и дуга. Продольное и поперечное внешнее магнитное поле.

Плазменная сварочная дуга (сжатая дуга). Особенности плазменной дуги. Газы в плазмотроне и их функции.

Газовое пламя, химические основы газовой сварки.

Температура газового пламени, влияние на ее величину различных факторов.

Строение пламени горения углеводородных соединений. Процессы, идущие в различных зонах пламени. Горение газов – цепная реакция.

Газопламенная резка металлов. Основы газокислородной резки. Кислородно-флюсовая резка, ее особенности.

Основы тепловых расчетов при сварке

Основные теплофизические величины и понятия.

Способы передачи тепла в твердом теле и с его поверхности. Закон теплопроводности Фурье.

Уравнение теплопроводности. Частные случаи уравнения теплопроводности.

Упрощенные расчетные схемы нагреваемого тела и источников тепла. Схемы нагреваемых при сварке тел. Схематизация источников тепла для сварки.

Периоды теплового сварочного процесса.

Расчеты нагрева металла сварочной дугой.

Распространение тепла в бесконечном теле.

Нагрев поверхности полубесконечного тела точечным источником (наплавка валика на массивное тело). Неподвижный источник. Подвижный источник тепла. Быстродвижущийся мощный источник тепла.

Термический сварочный цикл. Максимальные температуры. Скорость охлаждения металла.

Поверхностные явления в физико-химических системах

Поверхностная энергия (поверхностное натяжение). Факторы, влияющие на поверхностное натяжение.

Межфазное натяжение

Явление смачивания. Краевой угол смачивания

Особенности контакта расплавленного шлака и расплавленного металла
Явление адгезии. Адгезия шлака к поверхности металла. Когезия.
Кинетика растекания жидкостей (расплавов).
Металлургические процессы при сварке
Общая характеристика металлургических процессов при сварке плавлением.
Термическая прочность химических соединений при температурах сварки.
Оценка термодинамической устойчивости химических соединений при температурах сварки.
Поведение газообразных веществ в условиях сварки плавлением
Источники газовой фазы при сварке плавлением.
Термическая прочность газообразных веществ в зоне сварки.
Растворимость газов. Закон Сиверца. Зависимость растворимости газов в металле от температуры. Взаимное влияние газов на их растворимость.
Условия удаления газообразных веществ из расплавленного металла при сварке.
Химический механизм взаимодействия газов с металлами.
Особенности поведения водорода в металлах и сплавах.
Влияние азота на свойства стали. Растворимость азота в металлах и сплавах.
Поведение кислорода в металле. Раскисление сталей как способ снижения концентрации кислорода. Осаждающее раскисление.
Защитные газы для дуговой сварки. Общие сведения о дуговой сварке в защитных газах.
Преимущества дуговой сварки в защитных газах.
Инертные газы, применяемые в сварке, их свойства (аргон, гелий).
Активные защитные газы. Особенности металлургических процессов при сварке в среде CO_2 .
Сварочные шлаки.
Электродные покрытия, сварочные флюсы – источники формирования шлаковых систем в сварке. Состав электродного покрытия. Компоненты, образующие электродное покрытие, их функции и состав.
Сварочные флюсы. Плавленые, керамические и плавленно-керамические, способ приготовления и отличительные свойства.
Химический состав сварочных шлаков и его характеристика. Оксидные, солевые и солеоксидные группы сварочных флюсов, основность и химическая активность сварочных шлаков-флюсов.
Физические свойства шлаков. Связь физических свойств расплавленных шлаков с температурой и их строением и составом.
Химическое взаимодействие сварочных шлаков с металлами. Диффузионное раскисление.
Легирование металлов при сварке через шлак.
Рафинирование металла от вредных примесей. Обессеривание металла при сварке (десульфурация). Рафинирование металла от фосфора (дефосфоризация).
Процессы кристаллизации металла шва и околошовной зоны
Первичная кристаллизация, ее особенности и методы регулирования при сварке.
Вторичная кристаллизация сплавов на основе железа.
Особенности кристаллизации в зоне термического влияния.
Горячие и холодные трещины, их характер и механизмы возникновения.
Понятие свариваемости. Физическая, технологическая и эксплуатационная свариваемость.
Методы определения свариваемости сталей.

**Перечень практических заданий по дисциплине
“Теория сварочных процессов”**

1. Топохимические реакции.
2. Оценка энергии активации.
3. Расчет температурных полей.
4. Расчет площадей проплавления.
5. Расчет производительности сварки.
6. Металлургические процессы при сварке.
7. Источники тепла (сосредоточенные).
8. Расчет легирующих элементов.
9. Оценка склонности металла к образованию горячих и холодных трещин.
10. Сравнить раскислительную способность углерода и марганца при концентрациях этих элементов $\%[C] = \%[Mn] = 0,2$ и при $T = 2000$ К.
11. Определить температуры точек массивного стального тела, находящихся на расстоянии 1 и 1,5 см от точки внесения тепла, через 3 секунды от момента внесения тепла при прихватке сварного соединения. $T_n = 298$ К. Режим прихватки: $I = 110$ А, $U = 24$ В, $\eta_u = 0,8$. Теплофизические характеристики стали: $\lambda = 0,418$ Вт/(см · К); $a = 0,1$ см²/с.
12. Вывести выражение константы раскисления стали углеродом K_C . Сравнить раскислительную способность углерода при $T = 1900$ К, если в одном случае $\% [C] = 0,1$; в другом - $\% [C] = 0,5$; $\lg K_C = - (1160 / T) - 2,0$.

**Перечень вопросов для самостоятельной подготовки по дисциплине
“Теория сварочных процессов”**

- Каким образом можно регулировать защищенность сварочной ванны при сварке?
 С чем связывают высокую подвижность водорода и появление разрушающих металл дефектов даже при комнатных температурах?
 Опишите вредное воздействие водорода на металл.
 Каковы условия удаления из металла шва газов в период его первичной кристаллизации?
 Каков характер взаимодействия металлов с газами при температурах сварки? Возможно ли применение азота при сварке алюминия, стали, меди, золота в качестве инертного газа. Ответ обоснуйте
 Какой вид переноса электродного металла характерен при сварке фтористо-кальциевыми электродами?
 Почему при большой глубине проплавления рудно-кислые электроды не рекомендуют использовать для сварки конструкций больших толщин?
 Поясните, с какой целью в электродное покрытие вводят железный порошок.
 С чем связывают невысокую стабильность горения дуги при сварке фтористо-кальциевыми электродами?
 Сварочная дуга. Общая характеристика. Строение дуги. Виды сварочных дуг.
 Теплопередача как способ передачи тепла в твердом металле. Закон теплопроводности Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
 Защитные газовые атмосферы при электродуговой сварке плавлением. Активные и инертные защитные газовые атмосферы.
 Свариваемость алюминия и его сплавов.
 Горячие и холодные трещины.
 Сосредоточенные источники тепла и их характеристики
 Приложения 1-го начала термодинамики к химическим процессам при сварке.
 Металлургические процессы при газопламенной сварке
 Виды сварки термомеханического класса.
 Дефекты кристаллического строения металлов и их связь с величиной прочности
 Системы Fe-O-C и Fe-O-H.
 Процессы карбидообразования.
 Окисление и восстановление сварочной ванны на границе металл-шлак.
 Металлургия сварки сталей в среде углекислого газа.

Демонстрационный вариант билета для зачета по дисциплине
“Теория сварочных процессов”

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

<i>Кафедра</i>	<u>Сварочное, литейное производство и материаловедение</u>
<i>Дисциплина</i>	<u>Теория сварочных процессов</u>
<i>Профиль</i>	<u>Оборудование и технология сварочного производства</u>

ЗАЧЕТНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ № 1.

1. Виды источников энергии для сварки, их классификация. Знать
2. Основные теплофизические величины и понятия. Уметь
3. Поверхностная энергия (поверхностное натяжение). Факторы, влияющие на поверхностное натяжение. Владеть

Зав. кафедрой _____ Розен А.Е. Лектор _____ Кривенков А.О.

Утверждено на заседании кафедры
Протокол № ____ от ____ . ____ .20 ____ г.

**Примеры контрольных работ по дисциплине
“Теория сварочных процессов”**

Вариант 1

1. Назовите основные разновидности сварочных дуг по наиболее важным техническим признакам. Из каких областей по длине состоит сварочная дуга? Отметьте их основные особенности.
2. Почему среди аналитических методов решения задач теплопроводности при сварке наибольшее распространение получил метод источников?
3. Каков механизм насыщения жидкого металла газами? В чем проявляется различное влияние азота и кислорода на свойства стали?
4. Назовите основные особенности первичной кристаллизации металла при сварке. В чем отличие гомогенной и гетерогенной кристаллизаций?
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали 10Г2.

Вариант 2

1. Сформулируйте определение плазмы. Каковы ее основные параметры? Назовите основные процессы в плазме столба дуги.
2. Как может быть представлено начальное распределение температур в теле?
3. Как влияет водород на свойства сварных соединений?
4. Что понимают под схемой кристаллизации сварных швов? Как влияет схема кристаллизации на свойства металла шва?
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали 10Х2Н1А.

Вариант 3

1. В чем суть механизма образования объемных пространственных зарядов в приэлектродных областях дуги? Какое влияние оказывает анодное (U) и катодное (U_{Γ}) падения потенциала на производительность расплавления катода и анода?
2. Приведите граничные условия первого и второго рода.
3. Перечислите металлургические функции шлаков. Как оценивают кислотность или основность шлаков? В чем различие *длинных* и *коротких* шлаков?
4. Какие факторы оказывают влияние на тип первичной микроструктуры металла сварного шва?
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали 38ХН2МФА.

Вариант 4

1. Из каких составляющих складывается силовое воздействие дуги на свариваемый металл? Как влияет силовое воздействие дуги на ее проплавляющую способность?
2. Опишите процесс распространения теплоты мгновенных сосредоточенных источников в различных схемах нагреваемого тела.
3. Назовите виды раскислительных процессов при сварке. Каков механизм диффузионного раскисления стали шлаком?
4. Какими способами можно регулировать первичную структуру металла сварного шва?
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали 12Х11В2МФ.

Вариант 5

1. Дайте определения физической, энергетической и пространственной устойчивости сварочной дуги. Назовите основное условие энергетической устойчивости дуги.
2. Как может быть представлен подвижный источник теплоты?
3. Почему при сварке обычно применяют несколько раскислителей?
4. Какие виды ликвационной неоднородности наблюдаются в металле сварного шва? Какими методами можно уменьшить химическую неоднородность металла шва?
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали 20Х5МЛ.

Вариант 6

1. Каков механизм влияния компонентов электродных покрытий, флюсов и состава защитной газовой среды на устойчивость сварочной дуги?
2. Дайте определение периодов теплонасыщения и предельного состояния процесса распространения теплоты. Когда достигается последнее?
3. Перечислите основные требования к процессу легирования металла шва.
4. Какова природа и механизм образования горячих трещин при сварке?
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали 12Х21Н5Т.

Вариант 7

1. Укажите особенности дуги переменного тока. В чем проявляется вентильный эффект при дуговой сварке на переменном токе?
2. Как рассчитывают температуры для периодов теплонасыщения и выравнивания температур?
3. Как оценивают влияние взаимодействующих масс электродного и основного металла, покрытия электродов или флюсов на концентрацию элемента в металле шва?
4. Какие экспериментальные и расчетные методы применяют для оценки сопротивляемости металла сварных соединений образованию горячих трещин?
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали 03Х21Н21М4ГБ.

Вариант 8

1. В чем состоит физический смысл пинч-эффекта? Какое влияние оказывает собственное магнитное поле на поведение сварочной дуги?
2. Каков физический смысл допущения о том, что источник теплоты является быстродвижущимся?
3. Назовите основные способы извлечения из расплавленного металла в процессе сварки серы и фосфора. Дайте им характеристику.
4. Какие способы применяют для повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин и предотвращения их возникновения в сварных конструкциях?
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали 16ГНМА.

Вариант 9

1. Назовите основные силы, действующие в дуге на расплавленный электродный металл. Перечислите основные виды переноса электродного металла. Какие существуют методы активного управления переносом электродного металла при сварке длинной и короткой дугами?
2. Что собой представляет сварочный термический цикл? Какие параметры термического цикла являются важными для анализа пригодности принятых режимов сварки сталей и почему?
3. Какие этапы характерны для превращения ферритно-карбидной структуры в аустенит при нагреве в процессе сварки?
4. Как влияет при нагреве рост зерна на окончательные свойства металла сварных соединений? Как получить при нагреве в процессе сварки мелкое зерно аустенита?
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали СтЗпс.

Вариант 9

1. Какие силы действуют на расплавленный металл сварочной ванны? Назовите условие равновесного состояния жидкой ванны при сварке на весу.
2. Какое тепловое воздействие на металл сварного соединения оказывает термический цикл при многослойной сварке длинными и короткими участками? В чем его отличие?
3. Какими путями может развиваться при сварке сталей процесс распада переохлажденного аустенита? Чем отличается механизм перлитного превращения от мартенситного и промежуточного превращений?
4. В чем заключаются различия между анизотермической диаграммой распада аустенита при сварке и изотермической и термокинетической диаграммами его распада при термообработке?
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали Х9М.

Вариант 10

1. В каких случаях применяют многослойную сварку короткими участками?
2. Как оценить тепловую эффективность процесса нагрева и проплавления основного металла?
3. Что собой представляют холодные трещины в сварных соединениях? Какими формальными признаками отличаются холодные трещины от горячих трещин?
4. Какие факторы обуславливают образование холодных трещин в сварных соединениях? Укажите зависимости значений этих факторов от химического состава и конструктивно-технологических параметров процесса изготовления сварной конструкции.
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали 07Х13АГ20.

Вариант 11

1. Какие источники теплоты обеспечивают нагрев и плавление электродного металла при дуговой сварке? С чем связано ограничение тока при сварке покрытыми электродами?
2. Какими параметрами характеризуется производительность расплавления электродного металла?
3. Поясните механизм образования холодных трещин в металле сварных соединений с привлечением теории замедленного разрушения. Какова роль структуры и водорода в зарождении очага замедленного разрушения свежезакаленной стали после сварки?
4. Какие расчетные и экспериментальные методы применяют для оценки сопротивляемости металла сварных соединений образованию холодных трещин? Какие способы применяют для предотвращения образования холодных трещин в металле сварных соединений?
5. Определите группу свариваемого материала, химический состав, свойства и оцените свариваемость стали 12Г2СБ.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основная литература

1. Теория сварочных процессов : учебник / А. В. Коновалов [и др.] ; ред. В. М. Невральный. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. - 752 с. – 60 экз.

УДК 621.791(075)

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=KATL&P21DBN=KATL&S21STN=1&S21REF=3&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=U=&S21STR=621.791%28075%29

2. Теория и технология сварочных процессов [Текст] : сборник задач / В. П. Сидоров. - 2-е изд., испр. . - Тольятти : ТГУ, 2009. - 228 с.

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=KATL&P21DBN=KATL&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%A1%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2,%20%D0%92%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80%20%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87

Дополнительная литература

1. Сварочное производство [Текст]: учеб. пособие Леонид Александрович Колганов. - Ростов н/Д : Феникс, 2002. - 512 с. : ил. - ISBN 5-222-02623-X. – 40 экз.

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=KATL&P21DBN=KATL&S21STN=1&S21REF=3&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2,%20%D0%9B%D0%B5%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%B4%20%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87

Учебно-методические материалы:

1. Теория сварочных процессов: метод. указания к лаб. работам / сост.: И. Б. Мурадов, Ч. Г. Пак, А. О. Кривенков, А. В. Прыщак. - Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. - 32 с. 1 экз.

УДК 621.791(076)

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=KATL&P21DBN=KATL&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=U=&S21STR=621.791%28076%29

2. Теория сварочных процессов: метод. указания к практическим занятиям / сост.: И. Б. Мурадов, Ч. Г. Пак, С. Н. Чугунов, А. В. Прыщак. - Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. - 28 с. 1 экз.

УДК 621.791(076)

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=KATL&P21DBN=KATL&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=U=&S21STR=621.791%28076%29

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система — издательство «Лань» <http://e.lanbook.com/> Договор № ХП-983/16 от 29.11.2016
2. ЭБС «ZNANIUM.COM». Основная коллекция. Договор № 1847 эбс от 07.11.2016
3. Научно-техническая библиотека ПГУ - http://172.16.78.2/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=KATL&P21DBN=KATL&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>
5. Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» www.knigafund.ru
6. www.materialscience.ru
7. <http://airspot.ru/library/book/>
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека. Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
9. Российская национальная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru>
10. Публичная электронная библиотека. Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
11. Библиотека нормативно-технической литературы. Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>
12. Электронная библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
13. Библиотека имени В. Г. Белинского. Режим доступа: <http://book.uraic.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень основного лабораторного оборудования, технических средств обучения, используемых при проведении занятий по дисциплине «ТСП» и при изучении разделов курса на лекциях для качественной подачи иллюстративного материала применяется IBM – совместимый компьютер (ноутбук) с проектором (Sanyo-HLS-XV-35), проецирующим на экран рулонный рисунок, схемы, чертежи и т.д., созданные преподавателем и записанные в память компьютера. Комплекты слайдов по разделам курса. Комплекты плакатов и слайдов по практическим и лабораторным работам. Комплекты натуральных образцов к практическим и лабораторным работам. Учебная мастерская дуговой сварки с необходимым сварочным оборудованием и материалами, металлографические и электронные микроскопы (лаборатории 1 корпус, – 6 корпус).

0110

Рабочая программа дисциплины «Теория сварочных процессов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение».

Программу составил:

1. Кривенков Алексей Олегович, доцент каф. «СЛП и М» ПГУ
(Ф.И.О., должность, подпись)

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры «СЛП и М»

Протокол № 3 от «9» 10 2015 года

Зав. кафедрой Розен А.Е.
(подпись, Ф.И.О.)


Программа одобрена методической комиссией ФМЕТ факультета (института)

Протокол № 2 от «9» 10 2015 года

Председатель методической комиссии

факультета МТ Логинов О.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год
и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			заменен- ных	новых	аннулиро- ванных
2016/17	пр. № 30.08.16 				
2017/18	пр. № 4.09.17 