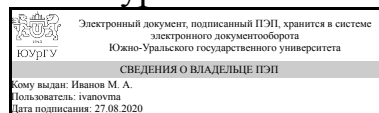


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Материаловедение и  
металлургические технологии



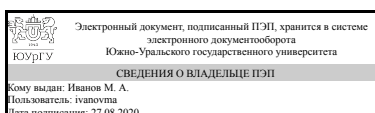
М. А. Иванов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.14.01 Источники энергии и тепловые процессы при сварке  
для направления 15.03.01 Машиностроение  
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат  
профиль подготовки Оборудование и технология сварочного производства  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оборудование и технология сварочного производства

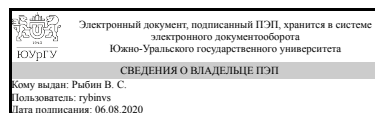
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 03.09.2015 № 957

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



М. А. Иванов

Разработчик программы,  
к.техн.н., снс, доцент



В. С. Рыбин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель и задачи дисциплины Цель изучения дисциплины: - овладеть знаниями о тепловых процессах сварки, о свойствах и параметрах сварочных источников тепла, о внутреннем строении свариваемых металлов и участвующих в процессе сварки материалов, - овладеть навыками расчета тепловых процессов сварки с использованием ПК. Задачи изучения дисциплины: 1) изучить строение металлов и структурные превращения, происходящие при сварке, 2) изучить дуговой процесс и источники тепловой энергии, 3) изучить физические основы и классификацию способов сварки, 4) изучить тепловые основы сварки и овладеть навыками расчета параметров тепловых процессов сварки.

## Краткое содержание дисциплины

Сварка является сложным процессом ввиду многообразия способов ее реализации, основанных на использовании различных физических явлений. Сварке подвергаются практически любые металлы и неметаллы (пластмассы, керамика, стекло и др.). Изучение материалов дисциплины позволяет правильно оценить совокупность явлений, которые составляют сущность сварки, и оптимизировать выбор технических решений для достижения поставленной технологической задачи. Изучение дисциплины включает рассмотрение физических, механических и химических явлений, происходящих при образовании сварного соединения между отдельными частями изделия. В большинстве случаев это явления, связанные с преобразованием различных видов энергии в тепловую. Важным вопросом дисциплины является оценка технологических особенностей источников тепла, используемых для сварки: электрической энергии, энергии горения газов, лучевой энергии, механической, а также их сочетания. Важным разделом дисциплины являются закономерности распространения тепла в изделии, которые подчиняются законам теплопроводности. Изучение температурных процессов в металле шва и вблизи него необходимо, главным образом, по двум причинам: для количественного описания многочисленных реакций, которые идут между жидким металлом и шлаком или газом, а также для определения условий кристаллизации металла, различных структурных превращений и термомеханических процессов в металлах. Свойства сварного соединения во многом зависят от его кристаллической структуры. Для многих легированных сталей и сплавов фаза формирования сварного соединения предопределяет их механические свойства. Сварочные процессы вследствие передачи теплоты по механизму теплопроводности могут создавать такие скорости нагрева и охлаждения металла, которые часто невозможно организовать при термической обработке путем поверхностной теплопередачи. Наиболее распространенным источником тепловой энергии при выполнении сварки является электрическая дуга. Программой курса предусмотрено изучение свойств и основных технологических параметров сварочной дуги.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОК-7 способностью к самоорганизации и	Знать:структуру познавательной деятельности и

самообразованию	условия ее организации,
	Уметь:ставить цели и задачи профессионального и личностного самообразования,
	Владеть:навыками построения индивидуального плана интеллектуального, общекультурного и профессионального развития
ОПК-1 умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знать:основные понятия, формулы и законы школьного курса математики, физики, химии;
	Уметь:применять полученные знания для решения математических и физических задач, строить математические модели химических процессов;
	Владеть:основными приемами и математическими методами решения задач, законами физики; навыками теоретических и экспериментальных методов изучения химических явлений
ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Знать:перечень и источники получения периодических изданий, публикующих научно-техническую информацию о отечественном и зарубежном опыте применения сварочного оборудования и технологий.
	Уметь:систематизировать в удобном для использования виде научно-техническую информацию о отечественном и зарубежном опыте применения сварочного оборудования и технологий.
	Владеть:методами изучения и обработки научно-технической информации.
ПК-11 способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	Знать:основы технологичности изделий и процессов их изготовления; соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий
	Уметь:обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий.
	Владеть:способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.18 Материаловедение, Б.1.19 Электротехника и электроника, Б.1.06 Физика, Б.1.08 Химия, Б.1.05.02 Математический анализ	ДВ.1.02.01 Газовая сварка и резка металлов, В.1.14.02 Физико-химические и металлургические процессы при сварке, В.1.16.02 Технология и оборудование сварки давлением, В.1.16.01 Технология и оборудование сварки плавлением

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.06 Физика	Знать: основные понятия, формулы и законы курса математики, физики; Уметь: применять полученные знания для решения математических и физических задач; Владеть: основными законами физики; навыками теоретических и экспериментальных методов изучения физических явлений
Б.1.08 Химия	Знать: основные понятия, формулы и законы курса химии; Уметь: применять полученные знания для решения химических задач, строить математические химические процессов; Владеть: основными приемами и математическими методами решения задач, законами физики; навыками теоретических и экспериментальных методов изучения химических явлений
Б.1.05.02 Математический анализ	Знать: основные понятия, формулы и законы школьного курса математики, Уметь: применять полученные знания для решения математических и физических задач, строить математические модели процессов; Владеть: основными приемами и математическими методами решения задач, законами физики; навыками теоретических и экспериментальных методов изучения химических явлений
Б.1.18 Материаловедение	Знать: основы технологичности изделий и процессов их изготовления; соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий. Уметь: обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий. Владеть: способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
Б.1.19 Электротехника и электроника	Знать: основные понятия, формулы и законы школьного курса электротехники; Уметь: применять полученные знания для решения физических задач; Владеть: основными приемами и математическими методами решения задач по электротехнике

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего	Распределение по семестрам
--------------------	-------	----------------------------

	часов	в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	80	80	
Практическое использования ПО "Mathcad"	12	12	
Расчетно-графическая работа	28	28	
Подготовка к экзамену	40	40	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Кристаллическое строение металлов.	18	10	2	6
2	Тепловые процессы при сварке	32	12	12	8
3	Физические процессы в дуговом разряде	14	10	2	2

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Атомарное строение вещества.	2
2	1	Агрегатные состояния вещества. Аморфное и кристаллическое строение твёрдых тел.	2
3	1	Межатомные силы связи и их природа Кристаллическая структура твердых металлов	2
4	1	Несовершенства в строении металлов. Монокристаллы и поликристаллические блоки. Теоретическая и техническая прочность металлов.	2
5	1	Деформация, разрушение и схватывание металлов Сцепление при сварке металлов в жидкой фазе. Сцепление при сварке металлов в твердой фазе.	2
6	2	Основные теплофизические величины и понятия Закон теплопроводности (закон Фурье)	2
7	2	Дифференциальное уравнение теплопроводности Схемы нагреваемых тел и их характеристики.	2
8	2	Сварочные источники теплоты. Схематизация источников теплоты.	2
9	2	Нагрев тел мгновенными источниками теплоты Температурные поля движущихся источников	2
10	2	Быстродвижущиеся источники теплоты. Размер зоны нагрева и оплавления.	2
11	2	Мгновенная скорость охлаждения при данной температуре Влияние теплофизических свойств металла на распределение тепла.	2
12	3	Элементарные процессы в плазме дуги. Элементы термодинамики плазмы. Явления переноса, баланс энергии и температура в столбе дуги.	2
13	3	Приэлектродные области дугового разряда. Перенос металла в сварочной	2

		дуге	
14	3	Баланс энергии дуг с плавящимся и неплавящимся электродом Газовое дутье и магнитогидродинамика сварочной дуги	2
15	3	Сварочные дуги переменного тока. Сварочные дуги с плавящимся электродом.	2
16	3	Сварочные дуги с неплавящимся электродом. Плазменные сварочные дуги.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Виды кристаллических структур металла	2
2	2	Использование ПК для расчетов полей температур. Экспериментальное определение температуры при сварке	2
3	2	Расчетная оценка влияния режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур .	2
4	2	Расчетная оценка размеров зоны нагрева. Термический цикл при однопроходной сварке.	2
5	2	Сварочные дуги переменного тока. Сварочные дуги с плавящимся электродом. Сварочные дуги с неплавящимся электродом	2
6	2	Расчетная оценка максимальных температур. Мгновенная скорость охлаждения	2
7	2	Расчетная оценка длительности пребывания металла выше заданной температуры. Расчетное определение размеров сварочной ванны.	2
8	3	Вольт-амперная характеристика дуги.	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Определение коэффициента полезного действия сварочной дуги	2
2	1	Изучение электрической сварочной дуги.	2
3	1	Гидромагнитная динамика сварочной дуги.	2
4	2	Расчет нагрева и охлаждения металла при дуговой сварке	2
5	2	Нагрев и расплавление электрода	2
6	2	Структура металла сварных швов	2
7	2	Нагрев и охлаждение металла при наплавке валика на пластину.	2
8	3	Капельный перенос металла в дуговом промежутке	2

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Практическое использования ПО "Mathcad"	Конспект лекций и рекомендованная литература	12
Выполнение расчетно-графической работы	Конспект лекций и рекомендованная литература	28
Подготовка к экзамену	Конспект лекций и рекомендованная литература	40

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Метод проблемного изложения	Лекции	Выдвигаются первоначально несколько ключевых постулатов по теме лекции, изложение выстраивается по принципу самостоятельного анализа и обобщения студентами учебного материала	6
Метод блиц-опроса	Лекции	Оценка формирования студентами ответов на поставленные вопросы	10
Использование проектно-организованных технологий обучения работе в команде над комплексным решением практических задач	Практические занятия и семинары	Выполнение НИРС, подготовка доклада и участие в студенческой научно конференции.	4
Ориентация содержания на лучшие отечественные аналоги образовательных программ	Лекции	Образовательные программы кафедры сварки МВТУ им. Баумана	10

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Лекция-консультация	Ответы на вопросы по использованию материалов курса при изучении параллельных дисциплин по сварке.

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Тепловые процессы при сварке	ОПК-1 умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Выполнение и защита расчетно-графической работы	№ 2.1, 2.2, 2.3, 2.4
Все разделы	ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Выполнение и защита расчетно-графической работы	№1.1, 1.2
Все разделы	ПК-11 способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их	Тест на практическое	№1.3, 1.4, 1.5

	изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	использование ПО "Mathcad"	
Все разделы	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	Экзамен	Вопросы к экзамену № 1-40

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Тест на практическое использование ПО "Mathcad"	Промежуточный контроль	Отлично: Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и опыт Хорошо: Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт Удовлетворительно: Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт Неудовлетворительно: Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям
Выполнение и защита расчетно-графической работы	Промежуточный контроль	Отлично: Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и опыт Хорошо: Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт Удовлетворительно: Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт Неудовлетворительно: Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям
Экзамен	Заключительный контроль	Отлично: Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и опыт Хорошо: Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт Удовлетворительно: Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт Неудовлетворительно: Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Тест на практическое использование ПО "Mathcad"	1.1 Аппроксимация температурного поля при сварке 1.2 Термоцикл мгновенного точечного источника тепла 1.3 Термоцикл движущегося источника тепла 1.4 Термоцикл быстро движущегося источника тепла 1.5 Приложения к тепловым процессам сварки Учебное пособие Источники энергии и тепловые процессы при сварке.docx
Выполнение и защита расчетно-графической работы	2.1 Расчет размеров сварочной ванны при заданном режиме сварки 2.2 Расчет времени пребывания заданной точки ЗТВ при температуре выше 900 градС 2.3 Расчет мгновенной скорости охлаждения при температуре



	<p>наименьшей устойчивости аустенита</p> <p>2.4 Расчет температурного цикла для заданной точки ЗТВ при заданном режимесварки</p> <p>Учебное пособие Источники энергии и тепловые процессы при сварке.pdf</p>
Экзамен	<p>Вопросы к экзамену № 1-40</p> <p>Учебное пособие Источники энергии и тепловые процессы при сварке.pdf</p>

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Багрянский, К. В. Теория сварочных процессов Учеб. для студентов специальностей вузов 2-е изд., перераб. - Киев: Вища школа, 1976. - 423 с. ил.
2. Волченко, В. Н. Теория сварочных процессов Учеб. для спец."Оборуд. и технология свароч. пр-ва" Под ред. В. В. Фролова. - М.: Высшая школа, 1988. - 559 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Попков, А. М. Теория сварочных процессов Текст метод. указания по выполнению лаб. работ и домашних заданий А. М. Попков, В. А. Стихин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 28, [2] с. ил.
2. Попков, А. М. Тепловые и энергетические расчеты при электрической дуговой сварке Учеб. пособие А. М. Попков; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва; ЮУрГУ. - 2-е изд., доп. и перераб. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003. - 64,[1] с. ил.
3. Попков, А. М. Основы термодинамики и теплопередачи Метод. указания по выполнению домашних заданий А. М. Попков; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва ; ЮУрГУ. - 2-е изд., доп. и перераб. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 19, [2] с.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. - «Сварочное производство», науч.-техн. и произв. журн. Изд.центр "Технология машиностроения" (Фонды библиотеки ЮУрГУ 1955-1969 № 1-12; 1970 № 2, 3, 5-10, 12; 1971-1979 № 1-12; 1980 № 1-10, 12; 1981-1991 № 1-12; 1992 № 1-8, 11; 1993 № 1-6, 8-12; 1994-2000 № 1-12; 2001 № 1, 3-12; 2002-2012 № 1-12; 2013 № 1-6).

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методическое пособие Источники энергии и тепловые процессы
2. Попков А.М. Тепловые и энергетические расчеты при электрической дуговой сварке: Учебное пособие.- 2-е издание, - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003.-65 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

3. Методическое пособие Источники энергии и тепловые процессы
4. Попков А.М. Тепловые и энергетические расчеты при электрической дуговой сварке: Учебное пособие.- 2-е издание, - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003.-65 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебное пособие Источники энергии и тепловые процессы при сварке	Учебно-методические материалы кафедры	ЛокальнаяСеть / Свободный

### 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	216а(тк) (Т.к.)	Компьютер, проектор
Практические занятия и семинары	216а(тк) (Т.к.)	Компьютерный класс с предустановленным лицензионным программным обеспечением