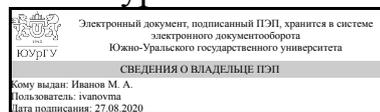


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Материаловедение и  
металлургические технологии



М. А. Иванов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.14.02 Физико-химические и металлургические процессы при сварке

для направления 15.03.01 Машиностроение

уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат

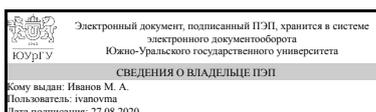
профиль подготовки Оборудование и технология сварочного производства

форма обучения заочная

кафедра-разработчик Оборудование и технология сварочного производства

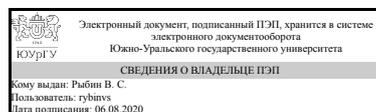
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 03.09.2015 № 957

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

1. Цель и задачи дисциплины Цель изучения дисциплины: овладеть навыками использования закономерностей физико-химических, тепловых, металлургических и термомеханических процессов, составляющих основу сварочной технологии. Задачи изучения дисциплины: 1) изучить основы физической химии и металлургии сварки, 2) изучить процессы формирования термических деформаций и напряжений, 3) изучить основы технологической прочности сварки, 4) изучить основы свариваемости различных сталей и металлов.

## 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.). Теория сварочных процессов призвана дать правильное описание совокупности явлений, которые составляют сущность сварки. Изучение дисциплины включает рассмотрение физических и химических явлений, происходящих при образовании сварного соединения. Важным вопросом дисциплины является оценка технологических особенностей источников тепла, используемых для сварки: электрической энергии, энергии горения газов, лучевой энергии, механической, а также их сочетания. Изучение тепловых процессов в металле шва и вблизи него необходимо, главным образом, по двум причинам: для количественного описания многочисленных химических 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. Закономерности формирования химического состава металла шва изложены в разделах, посвященных физико-химическим и металлургическим процессам при сварке. Для многих легированных сталей и сплавов фаза формирования сварного соединения предопределяет их механические свойства. Сварочные процессы вследствие передачи теплоты по механизму теплопроводности характеризуются высокими скоростями нагрева и охлаждения металла. Образование сварного соединения сопровождается пластическими деформациями металла и возникновением собственных напряжений, влияющим на свойства соединения и изделия в целом. Указанные вопросы изучаются в разделах, посвященных термомеханическим процессам и превращениям в металлах при сварке. Раздел технологической прочности посвящен проблемам предотвращения трещин при сварке. В разделе «Свариваемость материалов» рассмотрены вопросы выбора технологических приемов для сварки широкого сортамента сталей.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
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.

	<p>Уметь: систематизировать в удобном для использования виде научно-техническую информацию о отечественном и зарубежном опыте применения сварочного оборудования и технологий.</p> <p>Владеть: методами изучения и обработки научно-технической информации.</p>
ОПК-1 умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Знать: основные понятия, формулы и законы школьного курса математики, физики, химии;</p> <p>Уметь: применять полученные знания для решения математических и физических задач, строить математические модели химических процессов;</p> <p>Владеть: основными приемами и математическими методами решения задач, законами физики; навыками теоретических и экспериментальных методов изучения химических явлений</p>
ОПК-2 осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества	<p>Знать: содержание и способы использования информационных технологий</p> <p>Уметь: применять информационные технологии в своей профессиональной деятельности</p> <p>Владеть: информационными и сетевыми технологиями</p>
ПК-11 способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	<p>Знать: основы технологичности изделий и процессов их изготовления; соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий</p> <p>Уметь: обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий.</p> <p>Владеть: способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий</p>
ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	<p>Знать: структуру познавательной деятельности и условия ее организации,</p> <p>Уметь: ставить цели и задачи профессионального и личностного самообразования,</p> <p>Владеть: навыками построения индивидуальной траектории интеллектуального, общекультурного и профессионального развития</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.18 Материаловедение, Б.1.06 Физика, Б.1.08 Химия, В.1.11 Термодинамика и теплопередача,	ДВ.1.02.01 Газовая сварка и резка металлов, В.1.16.01 Технология и оборудование сварки плавлением, ДВ.1.03.01 Контроль качества сварных

Б.1.10 Сопротивление материалов	соединений, В.1.15 Производство сварных конструкций
---------------------------------	--

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
В.1.11 Термодинамика и теплопередача	Знать: основные понятия, формулы и законы курса физики; Уметь: применять полученные знания для решения задач по термодинамике и теплопередаче; Владеть: основными законами физики; навыками теоретических и экспериментальных методов изучения физических явлений
Б.1.10 Сопротивление материалов	Знать: основные понятия, формулы и законы курса математики, физики; Уметь: применять полученные знания для решения задач по сопротивлению материалов; Владеть: основными понятиями и законами сопротивления материалов; навыками теоретических и экспериментальных методов изучения проблем прочности
Б.1.18 Материаловедение	Знать: основы материаловедения и 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

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	96	96	
Выполнение курсового проекта	15	15	
Подготовка к экзамену	45	45	
Изучение материала отдельных разделов дисциплины по учебникам и учебным пособиям	36	36	
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	Физико-химические процессы при сварке	2	2	0	0
2	Металлургические процессы при сварке	4	2	2	0
3	Термодеформационные процессы при сварке	0	0	0	0
4	Технологическая прочность сварных соединений	2	2	0	0
5	Свариваемость металлов	4	2	2	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Первое и второе начало термодинамики. Химическом равновесие, влияние давления и температуры на положение химического равновесия.	2
2	2	Окисление, раскисление, рафинирование металлов при сварке.	2
3	4	Технологическая прочность свариваемый материалов	2
4	5	Свариваемость углеродистых и легированных сталей	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Взаимодействие расплавленного металла с газами и шлаками при капельном переносе и в сварочной ванне.	2
2	5	Оценка свариваемости углеродистых и легированных сталей.	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Выполнение курсовой работы	Конспект лекций и рекомендованная литература.	15
Подготовка к экзамену, семестр VI	Конспект лекций и рекомендованная литература.	45
Изучение материала отдельных разделов дисциплины по учебникам и учебным пособиям	Учебное пособие Физико-химические и металлургические процессы при сварке	36

### 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	4
Метод блиц-опроса	Лекции	Формирование студентами ответов на поставленные вопросы	4

### 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 дисциплины "Физико-химические и металлургические процессы при сварке" 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
----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	------------

Технологическая прочность сварных соединений	ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Защита курсовой работы	№ 1, 2, 3
Все разделы	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	Экзамен	№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Все разделы	ОПК-1 умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Экзамен	№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Все разделы	ОПК-2 осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества	Экзамен	№ 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18
Все разделы	ПК-11 способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	Экзамен	№ 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Защита курсовой работы	Оценивание показателей компетенций, сформированных в процессе изучения дисциплины в рамках промежуточной аттестации	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	Оценивание показателей компетенций, сформированных в процессе изучения дисциплины в рамках промежуточной аттестации в соответствии с технологией проведения заключительной аттестации	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
Защита курсовой работы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет режимов сварки</li> <li>2. Расчет геометрических размеров сварного шва</li> <li>3. Разработка технологического мероприятия для исключения образования холодных трещин.</li> </ol> <p>Учебное пособие Физико-химические и металлургические процессы при сварке.docx</p>
Экзамен	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Первое начало термодинамики, формы существования и параметры энергии.</li> <li>2. Химические и физические свойства шлаков: основные, кислые, амфотерные, длинные, короткие, температуры, вязкость, газопроницаемость, плотность, отделяемость.</li> <li>3. Второе начало термодинамики, обратимые и необратимые процессы.</li> <li>4. Окислительные процессы и раскисление металла: виды окисления, виды раскисления</li> <li>5. Химическое равновесие в гомогенной среде, константы равновесия, влияние концентрации на состояние равновесия</li> <li>6. Раскисление с переводом окислов в шлак, свойства наиболее распространенных раскислителей.</li> <li>7. Химическое равновесие в гетерогенной среде, константа равновесия, влияние концентрации на состояние равновесия</li> <li>8. Раскисление с получением газообразных продуктов реакции.</li> <li>9. Влияние давления и температуры на состояние химического равновесия.</li> <li>10. Диффузионное раскисление, методы повышения эффективности диффузионного раскисления</li> <li>11. Явления в жидких средах и на поверхностях раздела фаз (закон Генри, закон распределения Нернста)</li> <li>12. Легирование наплавленного металла сварочного шва: средства легирования, методы повышения эффективности легирования</li> <li>13. Поверхностная энергия, причины возникновения поверхностного натяжения, влияние поверхностной энергии на физические и химические процессы</li> <li>14. Рафинирование металла: назначение, особенности рафинирования при сварке, методы рафинирования</li> <li>15. Адсорбция, причины возникновения адсорбции, адсорбция при сварке, влияние температуры и давления на адсорбцию</li> <li>16. Газы в металле шва и механизм образования пор: процессы насыщения металла газами, методы предотвращения образования пор</li> <li>17. Процессы испарения, сублимации, теплота парообразования</li> <li>18. Шлаковые включения в металле шва, методы предотвращения шлаковых включений</li> <li>19. Химическое сродство элементов к кислороду, изобарно-изотермный потенциал, влияние температуры на химическое сродство элементов к кислороду</li> <li>20. Первичная и вторичная кристаллизация в металле шва, влияние кристаллизации на качество металла сварного шва, методы регулирования процессами первичной и вторичной кристаллизации</li> <li>21. Химическое сродство элементов к кислороду, упругость диссоциации оксидов, влияние температуры на химическое сродство элементов к кислороду</li> <li>22. Характерные зоны сварных соединений. Микроструктура основного металла в зоне термического влияния.</li> <li>23. Диффузия в металлах, существенные факторы и их влияние на диффузию.</li> <li>24. Остаточные напряжения и деформации в прямолинейных одно- и многопроходных сварных соединениях</li> <li>25. Диффузионные процессы при сварке: между газовой и жидкой фазами, в жидкой фазе, на границе между несмешивающимися жидкостями, на границе между жидкостью и твердой фазой, в твердой фазе.</li> <li>26. Технологическая прочность сварных соединений: понятие технологической прочности, классификация трещин, температурные условия возникновения трещин</li> </ol>

	<p>27. Влияние газов (кислорода, азота, водорода, окиси углерода) на свойства стали</p> <p>28. Температурный интервал хрупкости. Существенные факторы и их влияние на образование горячих трещин.</p> <p>29. Физические процессы в расплавленном металле сварочной ванны: границы ванны, продолжительность пребывания в расплавленном состоянии, температура, перемешивание, взаимодействие с газами и шлаками.</p> <p>30. Причины возникновения холодных трещин. Существенные факторы и их влияние на образование холодных трещин.</p> <p>31. Вязкость жидкости, закон Ньютона, измерение вязкости, единицы измерения.</p> <p>32. Свариваемость, понятие, показатели оценки свариваемости</p> <p>33. Шлаковая фаза. Свойства шлаков. Назначение шлаков.</p> <p>34. Свариваемость углеродистых конструкционных сталей</p> <p>35. Газовая фаза в зоне сварки плавлением. Диссоциация газов. Механизм проникновения газов в наплавленный металл</p> <p>36. Свариваемость низко- и среднелегированных сталей</p> <p>37. Участки зоны термического влияния.</p> <p>38. Свариваемость высоколегированных сталей</p> <p>Билеты экз РПД Физико-химические металлургические процессы сварки.docx</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.
3. 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.

#### б) дополнительная литература:

1. Попков, А. М. Металлография сварных соединений Учеб. пособие А. М. Попков; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и технология свароч. пр-ва; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 37,[1] 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., перераб. и доп. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. - 74, [1] 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. Рыбин В.С. Физико-химические и металлургические процессы при сварке: учебное пособие – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 74 с.

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

2. Рыбин В.С. Физико-химические и металлургические процессы при сварке: учебное пособие – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 74 с.

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

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

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. РТС-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