

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра механики и машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых
инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория сварочных процессов

15.03.01 «Машиностроение»
(направленность (профиль): «Цифровой инжиниринг Трек:
Оборудование и технология сварочного производства»)

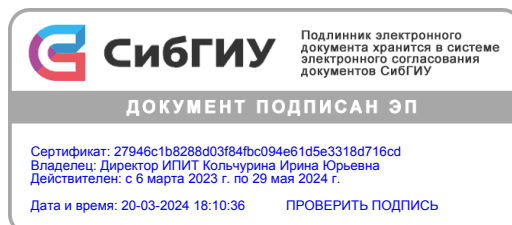
Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 3 года 5 месяцев

Год начала подготовки 2024

Новокузнецк
2024



1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- приобретение фундаментальных знаний о принципах и методах сварки, формировании понимания теоретических физических и химических аспектов сварочных процессов, а также развитии навыков применения сварочных технологий для эффективного и качественного производства, монтажа, ремонта и реконструкции сварных конструкций любой сложности.

Задачами учебной дисциплины являются:

- разбор принципов работы различных сварочных процессов и ознакомление с физическими и химическими явлениями, лежащими в основе сварочных методов;
- изучение особенностей различных методов сварки, включая дуговые, газовые, лазерные и другие;
- освоение теоретических основ процессов сварки, резки, наплавки, пайки и нанесения защитно-упрочняющих покрытий сварочными методами;
- определение необходимых сварочных параметров для конкретных условий: расчет тепловых и электрических параметров сварочных процессов;
- изучение различных сварочных материалов, их свойств и применения.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 15.03.01 «Машиностроение».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Физика;
- Химия;
- Материаловедение;
- Математика;
- Информационные технологии.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

- Расчёт и проектирование сварных конструкций;
- Оборудование и технология сварки;
- Производство сварных конструкций;
- Сварка специальных сталей и сплавов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен осуществлять техническую подготовку сварочного производства, его обеспечение и нормирование	ПК-1.1 Рассчитывает технологические режимы и параметры сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности	<p>– знать: основные физические законы, применимые к процессу образования неразъемного соединения путем установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии того и другого.</p> <p>– уметь: определять основные типы и параметры сварной конструкции .</p>
		ПК-1.2 Определяет необходимый состав и количество сварочного и вспомогательного оборудования, технологической оснастки, приспособлений и инструмента для производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварной конструкции (изделий, продукции) любой сложности	<p>– знать: различные типы сварочных процессов, особенности их применения в зависимости от материалов и условий, а также необходимые стандарты и требования к сварочному производству.</p> <p>– уметь: анализировать конструкции, определять необходимые сварочные технологии, правильно подбирать сварочное оборудование и инструмент, а также разрабатывать технологические схемы для производства сварных конструкций</p>

		ПК-1.3 Определяет необходимое количество сварочных материалов для производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварной конструкции (изделий, продукции) любой сложности	различной сложности. – знать: различные сварочные материалы, их свойства, применение в зависимости от типов сварочных процессов, а также соответствующие стандарты и нормативы. – уметь: рассчитывать объемы необходимых сварочных материалов для конкретных сварочных работ, учитывая тип сварки, требования прочности и условия эксплуатации.
--	--	---	---

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	3 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен, зачет с оценкой по КР
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	252	252
	<i>зачетных единиц</i>	7	7
Лекции, <i>академ. час.</i>		32	32
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		32	32
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа, <i>академ. час.</i>		54	54
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0

Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	82	82
в форме практической подготовки	0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>	36	36
в форме практической подготовки	0	0

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Физические основы и классификация сварочных процессов (Виды элементарных связей в твердых телах и монокристаллических соединениях. Физико-химические особенности получения сварных паяных и клеевых соединений. Механизм образования монокристаллических соединений твердых тел. Стадийность процесса сварки. Энергия активации. Термодинамика сварки и баланс энергии при сварке. Термодинамическое определение сварки. Сварка плавлением и давлением. Типовой баланс энергии при сварке. КПД сварочных процессов. Классификация сварочных процессов. Признаки классификации сварочных процессов. Термические процессы. Термомеханические процессы. Прессово-механические процессы. Требования к источникам энергии для сварки и оценка их эффективности);

Раздел 2 Металлургические процессы при сварке плавлением (Состав газовой фазы в зоне столба дуги. Степень диссоциации атмосферных газов в дуге. Образование соединений между компонентами газовой фазы. Насыщение расплавленного металла газами в капле и сварочной ванне. Влияние атмосферных газов – кислорода, азота, водорода, CO, CO₂, H₂O на свойства стали и сплавов при сварке. Влияние атмосферных газов на свойства цветных металлов. Взаимодействие металла с защитными флюсами при сварке. Строение и свойства сварочных флюсов. Химические и физические свойства. Характеристики оксидов, входящих в состав шлаковой фазы. Основные системы сварочных флюсов. Массообмен между расплавленным металлом, газовой средой и шлаком. Расплавление электрода и перенос капель в ванну. Источники водорода, азота при сварке под флюсом. Окисление металла шва флюсом. Переход вредных примесей из флюса в металл шва. Раскисление металла при сварке. Виды раскислительных процессов. Рафинирование сварочной ванны и модифицирование металла шва. Влияние серы на структуру и свойства шва. Десульфурация. Дефосфорация. Модифицирование металла шва);

Раздел 3 Сварочная ванна. Кристаллизация металла при сварке и формирование металла шва (Сварочная ванна, ее образование и основные характеристики. Особенности кристаллизации металла сварочной ванны. Ликвидация примесей при кристаллизации сварочной ванны. Особенности кристаллизации при пайке металла. Механизм и кинетика кристаллизации. Трещины при сварке и их классификация. Горячие трещины. Технологическая прочность. Температурный

интервал хрупкости. Методы оценки склонности металла шва к образованию горячих трещин. Критерии оценки технологической прочности. Влияние различных факторов на технологическую прочность. Поры в сварных швах. Условия образования пор в металле шва. Влияние азота и водорода на образование пор. Методы борьбы с порами. Неметаллические включения в металле шва. Условия загрязнения металла шва неметаллическими включениями. Методы снижения включений в сварных швах);

Раздел 4 Свариваемость металлов и факторы ее определяющие (Общий характер термомеханического воздействия на металл при сварке. Характерные зоны металла в сварных соединениях. Зона термического влияния при сварке низкоуглеродистых сталей. Структура и свойства металла шва и ЗТВ при сварке низкоуглеродистых сталей. Структура и свойства металла шва и ЗТВ при сварке высоколегированных сталей аустенитного класса. Холодные трещины при сварке. Методы оценки склонности сварных соединений к образованию холодных трещин. Механизм образования холодных трещин. Пути снижения склонности сварных соединений образованию холодных трещин. Хрупкое разрушение металла сварных соединений. Трещины повторного нагрева. Влияние термической обработки на структуру и свойства металла сварных соединений. Выбор вида сварки в связи с технологической свариваемостью. Основные принципы выбора сварных материалов для различных случаев сварки. Принципы выбора рациональных режимов сварки различных конструкций).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Физические основы и классификация сварочных процессов	4	
Раздел 2.	Металлургические процессы при сварке плавлением	12	
Раздел 3.	Сварочная ванна. Кристаллизация металла при сварке и формирование металла шва	8	
Раздел 4.	Свариваемость металлов и факторы ее определяющие	8	
Итого:		32	0

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 2.	Растворимость водорода	4	
Раздел 2.	Растворимость азота	4	
Раздел 2.	Легирование металла при сварке плавлением	6	
Раздел 3.	Расчетная оценка средней скорости кристаллизации при сварке	6	
Раздел 4.	Определение свариваемости легированных сталей	6	
Раздел 4.	Расчет температуры предварительного подогрева	6	
Итого:		32	0

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 2.	Влияние условий раскисления на содержание неметаллических включений в металле шва	8	
Раздел 3.	Зона термического влияния при сварке термически обработанных низколегированных сталей	8	
Итого:		16	0

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4.	Исследование свариваемости металлов и сплавов при различных методах и режимах сварки	54	
Итого:		54	0

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	40	
Раздел 2.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	14	
Раздел 3.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	14	
Раздел 4.	1. Подготовка к практическому занятию; 2. Прохождение тестирования.	14	
<i>Курсовая работа</i>	<i>Выполнение курсовой работы</i>	54	0
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	36	
Итого:		172	0

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Райков, С. В. Влияние технологических факторов на свойства металлов и сплавов : учебное пособие для вузов / С. В. Райков, Е. С. Ващук ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2014. – URL:

<https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?InqSection=5&InqEdition=2510&InqFile=2475&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 01.03.2024);

2 Теория сварочных процессов : конспект лекций / Н. А. Козырев, А. А. Усольцев, Р. Е. Крюков, Р. А. Шевченко ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2018. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?InqSection=70&InqEdition=5510&InqFile=5389&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 01.03.2024);

3 Теория сварочных процессов : учебник для вузов / В.Н. Волченко, В.М. Ямпольский, В.А. Винокуров [и др.] ; под ред. В.В. Фролова. – Москва : Высшая школа, 1988. – 558 с.;

4 Сидоров, В. П. Теория и технология сварочных процессов. Сборник задач : практическое пособие / В. П. Сидоров. – Москва : Инфра-Инженерия, 2023. - 216 с. – ISBN 978-5-9729-1550-7. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972915507.html> (дата обращения: 01.03.2024).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: <https://biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <http://www.biblioclub.ru>;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>;

7 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: <http://eivis.ru>. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>. – URL: <https://libr.sibsiu.ru>.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Astra Linux Special Edition;
- Kaspersky Endpoint Security;
- LibreOffice;
- Microsoft Office;

- Microsoft Windows;
- OnlyOffice;
- Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.03.01 «Машиностроение».

Составитель(и):

доцент Крюков Роман Евгеньевич (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение

Аннотация

рабочей программы дисциплины «Теория сварочных процессов»

по направлению подготовки (специальности)

15.03.01 «Машиностроение»

**(направленность (профиль): «Цифровой инжиниринг Трек:
Оборудование и технология сварочного производства»)**

форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- приобретение фундаментальных знаний о принципах и методах сварки, формировании понимания теоретических физических и химических аспектов сварочных процессов, а также развитии навыков применения сварочных технологий для эффективного и качественного производства, монтажа, ремонта и реконструкции сварных конструкций любой сложности.

Задачами учебной дисциплины являются:

- разбор принципов работы различных сварочных процессов и ознакомление с физическими и химическими явлениями, лежащими в основе сварочных методов;
- изучение особенностей различных методов сварки, включая дуговые, газовые, лазерные и другие;
- освоение теоретических основ процессов сварки, резки, наплавки, пайки и нанесения защитно-упрочняющих покрытий сварочными методами;
- определение необходимых сварочных параметров для конкретных условий: расчет тепловых и электрических параметров сварочных процессов;
- изучение различных сварочных материалов, их свойств и применения.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 15.03.01 «Машиностроение».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Физика;
- Химия;
- Материаловедение;
- Математика;

– Информационные технологии.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

- Расчёт и проектирование сварных конструкций;
- Оборудование и технология сварки;
- Производство сварных конструкций;
- Сварка специальных сталей и сплавов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен осуществлять техническую подготовку сварочного производства, его обеспечение и нормирование	ПК-1.1 Рассчитывает технологические режимы и параметры сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности	– знать: основные физические законы, применимые к процессу образования неразъемного соединения путем установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии того и другого. – уметь: определять основные типы и параметры сварной конструкции .
		ПК-1.2 Определяет необходимый состав и количество сварочного и вспомогательного оборудования, технологической оснастки, приспособлений и инструмента для производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварной конструкции (изделий,	– знать: различные типы сварочных процессов, особенности их применения в зависимости от материалов и условий, а также необходимые стандарты и требования к сварочному производству. – уметь: анализировать конструкции, определять

		продукции) любой сложности	необходимые сварочные технологии, правильно подбирать сварочное оборудование и инструмент, а также разрабатывать технологические схемы для производства сварных конструкций различной сложности.
		ПК-1.3 Определяет необходимое количество сварочных материалов для производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварной конструкции (изделий, продукции) любой сложности	– знать: различные сварочные материалы, их свойства, применение в зависимости от типов сварочных процессов, а также соответствующие стандарты и нормативы. – уметь: рассчитывать объемы необходимых сварочных материалов для конкретных сварочных работ, учитывая тип сварки, требования прочности и условия эксплуатации.

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	3 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен, зачет с оценкой по КР
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	252	252
	<i>зачетных единиц</i>	7	7
Лекции, <i>академ. час.</i>		32	32
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		32	32
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа, <i>академ. час.</i>		54	54
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		82	82
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		36	36
в форме практической подготовки		0	0

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Физические основы и классификация сварочных процессов (Виды элементарных связей в твердых телах и монокристаллических соединениях. Физико-химические особенности получения сварных паяных и клеевых соединений. Механизм образования монокристаллических соединений твердых тел. Стадийность процесса сварки. Энергия активации. Термодинамика сварки и баланс энергии при сварке. Термодинамическое определение сварки. Сварка плавлением и давлением. Типовой баланс энергии при сварке. КПД сварочных процессов. Классификация сварочных процессов. Признаки классификации сварочных процессов. Термические процессы. Термомеханические процессы. Прессово-механические процессы. Требования к источникам энергии для сварки и оценка их эффективности);

Раздел 2 Металлургические процессы при сварке плавлением (Состав газовой фазы в зоне столба дуги. Степень диссоциации атмосферных газов в дуге. Образование соединений между компонентами газовой фазы. Насыщение расплавленного металла газами в капле и сварочной ванне. Влияние атмосферных газов – кислорода, азота, водорода, CO, CO₂, H₂O на свойства стали и сплавов при сварке. Влияние атмосферных газов на свойства цветных металлов. Взаимодействие металла с защитными флюсами при сварке. Строение и свойства сварочных флюсов. Химические и физические свойства. Характеристики оксидов, входящих в состав шлаковой фазы. Основные системы сварочных флюсов. Массообмен между расплавленным металлом, газовой средой и шлаком. Расплавление электрода и перенос капель в ванну. Источники водорода, азота при сварке под флюсом. Окисление металла шва флюсом. Переход вредных примесей из флюса в металл шва. Раскисление металла при сварке. Виды раскислительных процессов. Рафинирование сварочной ванны и модифицирование металла шва. Влияние серы на структуру и свойства шва. Десульфурация. Дефосфорация. Модифицирование металла шва);

Раздел 3 Сварочная ванна. Кристаллизация металла при сварке и формирование металла шва (Сварочная ванна, ее образование и основные характеристики. Особенности кристаллизации металла сварочной ванны. Ликвидация примесей при кристаллизации сварочной ванны. Особенности кристаллизации при пайке металла. Механизм и кинетика кристаллизации. Трещины при сварке и их классификация. Горячие трещины. Технологическая прочность. Температурный интервал хрупкости. Методы оценки склонности металла шва к образованию горячих трещин. Критерии оценки технологической прочности. Влияние различных факторов на технологическую прочность. Поры в сварных швах. Условия образования пор в металле шва.

Влияние азота и водорода на образование пор. Методы борьбы с порами. Неметаллические включения в металле шва. Условия загрязнения металла шва неметаллическими включениями. Методы снижения включений в сварных швах);

Раздел 4 Свариваемость металлов и факторы ее определяющие (Общий характер термомеханического воздействия на металл при сварке. Характерные зоны металла в сварных соединениях. Зона термического влияния при сварке низкоуглеродистых сталей. Структура и свойства металла шва и ЗТВ при сварке низкоуглеродистых сталей. Структура и свойства металла шва и ЗТВ при сварке высоколегированных сталей аустенитного класса. Холодные трещины при сварке. Методы оценки склонности сварных соединений к образованию холодных трещин. Механизм образования холодных трещин. Пути снижения склонности сварных соединений образованию холодных трещин. Хрупкое разрушение металла сварных соединений. Трещины повторного нагрева. Влияние термической обработки на структуру и свойства металла сварных соединений. Выбор вида сварки в связи с технологической свариваемостью. Основные принципы выбора сварных материалов для различных случаев сварки. Принципы выбора рациональных режимов сварки различных конструкций).

6 Составитель(и):

доцент Крюков Роман Евгеньевич (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).