

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- формирование у будущих бакалавров общетеоретических представлений о механизме образования неразъемных соединений, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО, позволяющих выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности.

Задачами учебной дисциплины являются:

– освоение теоретических основ процессов сварки, резки, наплавки, пайки и нанесения защитно-упрочняющих покрытий сварочными методами.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам вариативной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки 22.03.02 – «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

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

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

- Материаловедение;
- Литейное и сварочное производство.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **профессиональные компетенции:**

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-10. способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке.	- знать: технологические процессы в металлургии и материалообработке; - уметь: осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке; - владеть: приемами осуществления и корректировки технологических процессов в металлургии и материалообработке.

– **профессионально-специализированные компетенции:**

Код и наименование ПСК	Планируемые результаты обучения
ПСК-3.1. готовностью использовать знания основных закономерностей	– знать: физические, механические и химические явления, происходящие при подготовке свариваемого материала к образованию прочных связей между отдельными частями свариваемого изделия.

процессов формирования структуры и свойств металла сварных соединений	<p>ваемой детали и процесса образования неразъемного соединения;</p> <p>– уметь: использовать приобретенные знания для правильного выбора способа сварки, наплавки в соответствии с конкретными условиями: конструкцией, материалом конструкции, требованиями нормативной документации, технической целесообразностью;</p> <p>– владеть: теоретическими особенностями использования различных способов сварки и технологических приемов при получении неразъемных соединений из металлов и сплавов, обеспечивая при этом качественные показатели свариваемых соединений.</p>
ПСК-3.3. способностью производить необходимые расчеты параметров сварных технологических процессов	<p>– знать: металлургические процессы, происходящие при сварке; основные термомеханические процессы и превращения в металлах при сварке;</p> <p>– уметь: проводить термодинамические расчеты металлургических процессов проходящих при сварке и наплавке;</p> <p>- владеть: практическим опытом применения математического аппарата для расчетов сварочных процессов.</p>

4 Объем и содержание учебной дисциплины

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

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (практические занятия, лабораторные работы), групповые консультации и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение лекций, практических занятий, лабораторных работ, руководство курсовой работой. Особое место в овладении учебной дисциплины отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	6 сем.
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	252	252
	<i>зачетных единиц</i>	7	7
Лекции, <i>академ. час.</i>		32	32
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		16	16
Практические работы, <i>академ. час.</i>		32	32
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		54	54
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		84	84
Контроль, <i>академ. час.</i>		36	36

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. Прессомеханические 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 термодформационного 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	Трудо- емкость, академ. час.
1	Физические основы и классификация сварочных процессов.	4
2	Металлургические процессы при сварке плавлением	12
3	Сварочная ванна. Кристаллизация металла при сварке и формирование шва	8
4	Свариваемость металлов и факторы ее определяющие.	8
ИТОГО		32

6 Перечень тем практических занятий

№ раздела/ темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудо- емкость, академ. час.
Раздел 2	Растворимость водорода	4
Раздел 2	Легирование металла при сварке плавлением	8
Раздел 2	Растворимость азота	4
Раздел 3	Расчетная оценка средней скорости кристаллизации при сварке	4
Раздел 4	Определение свариваемости легированных сталей	8
Раздел 4	Расчет температуры предварительного подогрева	4
ИТОГО		32

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудо- емкость, академ. час.
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

8 Перечень тем курсовых работ

№ раздела дисциплины	Темы курсовых работ	Трудо- емкость, академ. час.
1,2,3,4	Исследование свариваемости металлов и сплавов при различных методах и режимах сварки	54
ИТОГО		54

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудо- емкость, академ. час.
1, 2, 3,4	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта лекций.	18
2, 3	2 Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе.	22
2, 3, 4	3 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	22
1, 2, 3,4	4 Подготовка к текущему контролю	22
Курсовая работа	Выполнение курсовой работы.	54
Контроль	Подготовка к экзамену.	36
ИТОГО		174

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) основная литература

1. Виноградов, В. М. Основы сварочного производства : учебное пособие для вузов / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, Н. Ф. Шпунькин. – Москва : Академия, 2008. – 270 с.

2. Гладков, Э. А. Управление процессами и оборудованием при сварке : учебное пособие для вузов / Э. А. Гладков. – Москва : Academia, 2006. – 430 с.

3. Багрянский, К. В. Теория сварочных процессов : учебник для вузов / К. В. Багрянский, З. А. Добротина, К. К. Хренов. – 2-е изд., перераб. – Киев : Вища школа, 1976. – 423 с.

4. Волхонов, В. И. Основы технологии сварки : учебное пособие / В. И. Волхонов. – Москва : Альтаир–МГАВТ, 2007. – 87 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430021> (дата обращения: 25.03.2019).

5. Федосов, С. А. Основы технологии сварки : учебное пособие / С. А. Федосов, И. Э. Оськин. – 2-е изд., испр. – Москва : Машиностроение, 2017. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785990917934.html> (дата обращения: 25.03.2019).

б) дополнительная литература

1. Материаловедение и технология металлов : учебник для вузов / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин [и др.]; под ред. Г. П. Фетисова. – 2-е изд., испр. – Москва : Высшая школа, 2002. – 638 с. : ил.

2. 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.

3. Основы технологии сварки : учебное пособие / С. А. Федосов , И. Э. Оськин. – Москва : Машиностроение, 2014. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755706.html> (дата обращения 25.03.2019)

4. Специальные методы сварки и пайки: учебник для вузов / В. А. Фролов, В. В. Пешков, А. Б. Коломенский и др.; под ред. В. А. Фролова. – Москва : ИНТЕРМЕТ ИНЖИНИРИНГ, 2003. – 183 с. : ил.

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

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

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

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

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 ЭБС ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7 Электронно-библиотечная система elibrary / ООО «РУНЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке.

8 Университетская информационная система РОССИЯ : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, [200 –]. – URL: <http://uisrussia.msu.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: ABBYY FineReader 11, Kaspersky Endpoint Security, AutoCAD 2013, «Программное обеспечение «Руконтекст», 7-Zip, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2007, ProjectLibre 1.6, Microsoft Windows 7.

д) базы данных и информационно-справочные системы:

1 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – 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 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, в том числе: учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа (лекций), оборудованную учебной доской, компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором; учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий, лабораторных работ), оснащенную: аппаратом для ручной дуговой сварки, автоматом дуговой сварки, полуавтоматом для сварки, трактором для сварки, печью для сушки электродов; учебную аудиторию для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ, 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 22.03.02 «металлургия».

Составители:

д.т.н., профессор кафедры МЛСП
к.т.н. доцент кафедры МЛСП

Н.А. Козырев
А.А. Усольцев

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МЛСП, протокол № 17 от «26» марта 2019 г.

Зав. кафедрой МЛСП

Н.А. Козырев

Согласовано:

Зав. кафедрой МЧМ

А.Н. Калиногорский

Старший методист
методического отдела

инициалы, фамилия

Приложение А

Аннотация рабочей программы дисциплины «ТЕОРИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ»

по направлению подготовки

22.03.02 – Metallургия

(направленность (профиль) «Metallургия сварочного производства»)

форма обучения – очная

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- формирование у будущих бакалавров общетеоретических представлений о механизме образования неразъемных соединений, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО, позволяющих выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности.

Задачами учебной дисциплины являются:

– освоение теоретических основ процессов сварки, резки, наплавки, пайки и нанесения защитно-упрочняющих покрытий сварочными методами.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам вариативной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки 22.03.02 – «Metallургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

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

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

- Материаловедение;
- Литейное и сварочное производство.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– профессиональные компетенции:

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-10. способностью	- знать: технологические процессы в металлургии и мате-

осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке.	риалообработке; - уметь: осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке; - владеть: приемами осуществления и корректировки технологических процессов в металлургии и материалообработке.
--	---

– профессионально-специализированные компетенции:

Код и наименование ПСК	Планируемые результаты обучения
ПСК-3.1. готовностью использовать знания основных закономерностей процессов формирования структуры и свойств металла сварных соединений	<ul style="list-style-type: none"> – знать: физические, механические и химические явления, происходящие при подготовке свариваемого материала к образованию прочных связей между отдельными частями свариваемой детали и процесса образования неразъемного соединения; – уметь: использовать приобретенные знания для правильного выбора способа сварки, наплавки в соответствии с конкретными условиями: конструкцией, материалом конструкции, требованиями нормативной документации, технической целесообразностью; – владеть: теоретическими особенностями использования различных способов сварки и технологических приемов при получении неразъемных соединений из металлов и сплавов, обеспечивая при этом качественные показатели свариваемых соединений.
ПСК-3.3. способностью производить необходимые расчеты параметров сварных технологических процессов	<ul style="list-style-type: none"> – знать: металлургические процессы, происходящие при сварке; основные термомодеформационные процессы и превращения в металлах при сварке; – уметь: проводить термодинамические расчеты металлургических процессов проходящих при сварке и наплавке; - владеть: практическим опытом применения математического аппарата для расчетов сварочных процессов.

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	6 сем.
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	252	252
	<i>зачетных единиц</i>	7	7
Лекции, <i>академ. час.</i>		32	32
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		16	16
Практические работы, <i>академ. час.</i>		32	32
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		54	54
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		84	84
Контроль, <i>академ. час.</i>		36	36

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы): Физические основы и классификация сварочных процессов. Ме-

таллургические процессы при сварке плавлением. Сварочная ванна. Кристаллизация металла при сварке и пайке и формирование металла шва. Свариваемость металлов и факторы ее определяющие.

6 Составители:

д.т.н., профессор кафедры МЛСП
к.т.н. доцент кафедры МЛСП

Н.А. Козырев
А.А. Усольцев