

Разработчики:

Заведующий кафедрой математических и
естественнонаучных дисциплин, кандидат физико-
математических наук, доцент Анахов С. В.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины - подготовить студентов к выполнению широкого круга трудовых функций и действий технолога и инженера-механика, требующих знаний в области лазерной обработки при сварке материалов малых и больших толщин.

Задачи изучения дисциплины:

- сформировать знание влияния лазерной обработки на процессы образования сварного соединения при сварке материалов малых и больших толщин;
- сформировать знания и понимание особенностей лазерного разделения металлических и неметаллических конструкционных материалов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-П1 Способен выполнить определение необходимого состава и количества технологического и вспомогательного оборудования, технологической оснастки, приспособлений и инструмента, провести расчет и отработку технологических режимов изготовления и обработки изделий с применением высокоэнергетических процессов и технологий

ПК-П1.1 Использует технологическое и вспомогательное оборудование, технологическую оснастку, приспособления и инструмент, применяемых в высокоэнергетических процессах и технологиях

Знать:

ПК-П1.1/Зн1 Знает: состав и количество технологического и вспомогательного оборудования, технологической оснастки, приспособлений и инструмента, применяемых в высокоэнергетических процессах и технологиях

ПК-П1.2 Отрабатывает технологические режимы изготовления и обработки изделий с применением высокоэнергетических процессов и технологий

Уметь:

ПК-П1.2/Ум1 Умеет: отрабатывать технологические режимы изготовления и обработки изделий с применением высокоэнергетических процессов и технологий

ПК-П1.3 Применяет методы и способы разработки технологической оснастки и средств механизации и автоматизации технологических процессов машиностроения

Владеть:

ПК-П1.3/Нв1 Владеет: методами и способами разработки технологической оснастки и средствами механизации и автоматизации технологических процессов машиностроения

ПК-П2 Способен организовать проведение мероприятий по предупреждению брака и повышению качества выпускаемой продукции с применением высокоэнергетических процессов и технологий

ПК-П2.1 Проводит мероприятия по предупреждению брака и повышению качества выпускаемой продукции с применением высокоэнергетических процессов и технологий

Знать:

ПК-П2.1/Зн1 Знает: мероприятия по предупреждению брака и повышению качества выпускаемой продукции с применением высокоэнергетических процессов и технологий

ПК-П2.2 Организует и проводит мероприятия по предупреждению брака и повышению качества выпускаемой продукции с применением высокоэнергетических процессов и технологий

Уметь:

ПК-П2.2/Ум1 Умеет: определять вид и причины возникновения дефектов деталей; использовать статистические методы для анализа и обработки результатов кон-троля качества продукции, получаемой с применением технологии высокоэнергетического воздействия на материалы

ПК-П2.3 Использует способы организации мероприятий по предупреждению брака и повышению качества выпускаемой продукции с применением высокоэнергетических процессов и технологий

Владеть:

ПК-П2.3/Нв1 Владеет: способами и методами организации мероприятий по предупреждению брака и повышению качества выпускаемой продукции с применением высокоэнергетических процессов и технологий

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.06 «Лазерная сварка и резка конструкционных материалов» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 11, 12, 14.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.В.ДВ.02.02 Автоматизированные системы управления и обработки информации в машиностроении;

Б1.В.07 Альтернативные технологии высокоэнергетической обработки материалов;

Б1.В.ДВ.01.01 Бизнес-планирование в машиностроении;

Б1.В.01 Оборудование высокоэнергетических технологий обработки материалов;

Б1.В.03 Технологии и оборудование плазменной резки и сварки материалов;

Б1.В.ДВ.02.01 Цифровые технологии в машиностроении;

Б1.В.ДВ.01.02 Экономика и организация в машиностроении;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.В.02 Аддитивные технологии в машиностроении и материалообработке;

Б1.В.07 Альтернативные технологии высокоэнергетической обработки материалов;

Б1.В.ДВ.01.01 Бизнес-планирование в машиностроении;

Б1.В.05 Технологии и оборудование электрофизических методов обработки

материалов;

Б1.В.03 Технологии и оборудование плазменной резки и сварки материалов;

Б1.В.04 Технологии и оборудование электронно-лучевой обработки материалов;

Б1.В.ДВ.01.02 Экономика и организация в машиностроении;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Седьмой триместр	36	1	4		4		32	
Восьмой триместр	108	3	14	4	4	6	90	Контрольная работа зфо Экзамен (4)
Девятый триместр	144	4	10	4		6	130	Курсовой проект Экзамен (4)
Всего	288	8	28	8	8	12	252	8

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела, темы	Всего	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа
Раздел 1. Классификация способов лазерной сварки, технологические возможности лазерной сварки	14		2	2	10

Тема 1.1. Основная терминология. Особенности лазерной сварки	14		2	2	10
Раздел 2. Физические процессы образования сварного соединения при сварке материалов малых толщин и при лазерной сварке с глубоким проплавлением	16	2	2	2	10
Тема 2.1. Особенности воздействия импульсов лазерного излучения на металлические материалы.	16	2	2	2	10
Раздел 3. Технология лазерной сварки материалов малых толщин и металлов с глубоким проплавлением. Особенности проектирования деталей с использованием лазерной сварки с глубоким проплавлением	46		2	2	42
Тема 3.1. Параметры режимов сварки	46		2	2	42
Раздел 4. Гибридные технологии лазерной сварки	34	2	2		30
Тема 4.1. Виды лазерной сварки, особенности	34	2	2		30
Раздел 5. Технологические особенности лазерной сварки различных материалов. Примеры промышленного применения лазерной сварки.	82			2	80
Тема 5.1. Особенности ЛС различных материалов	82			2	80
Раздел 6. Особенности лазерного разделения материалов	32			2	30
Тема 6.1. Процесс лазерного разделения, особенности и стадии	32			2	30
Раздел 7. Технология лазерной резки неметаллических материалов	24	2		2	20
Тема 7.1. Влияние на эффективность процесса: энергетических параметров, оптических параметров, газодинамических параметров.	24	2		2	20
Раздел 8. Технология	32	2			30

газолазерной резки металлических материалов. Лазерная размерная обработка					
Тема 8.1. Механизмы газолазерной резки (ГЛР) металлов.	32	2			30
Итого	280	8	8	12	252

5. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Классификация способов лазерной сварки, технологические возможности лазерной сварки

Тема 1.1. Основная терминология. Особенности лазерной сварки

Введение. Классификация способов лазерной сварки. Определение понятия «Лазерная сварка». Энергетические признаки лазерной сварки. Технологические признаки. Экономические признаки. Основные преимущества лазерной сварки перед дуговой, электронно-лучевой и контактной сваркой. Социальные преимущества лазерной сварки. Особенности, затрудняющие универсальное применение лазерной сварки.

Раздел 2. Физические процессы образования сварного соединения при сварке материалов малых толщин и при лазерной сварке с глубоким проплавлением

Тема 2.1. Особенности воздействия импульсов лазерного излучения на металлические материалы.

Особенности воздействия импульсов лазерного излучения на металлические материалы. Особенности нагрева и плавления материала. Распространение теплового потока в материале. Критическая плотность теплового потока, глубина распространения температуры. Энергетическое условие достижения лазерной сварки с минимальным испарением. Формирование сварного соединения при сварке металла малых толщин. Стадии развития процессов плавления при незначительном и интенсивном испарении материала. Физическая модель образования «кинжального» проплавления при лазерной сварке. Основные физические процессы, сопровождающие формирование сварного соединения при непрерывном и импульсно-периодическом излучении мощных газовых и твердотельных лазеров. Энергетическое условие начала «кинжального» проплавления. Образование волны сжатия и факела. Перенос расплавленного металла в сварочной ванне. Возникновение дефектов при формировании сварных соединений.

Раздел 3. Технология лазерной сварки материалов малых толщин и металлов с глубоким проплавлением. Особенности проектирования деталей с использованием лазерной сварки с глубоким проплавлением

Тема 3.1. Параметры режимов сварки

Параметры режимов сварки. Энергия и длительность импульса. Диаметр сфокусированного луча. Расфокусировка. Скорость сварки. Взаимосвязь параметров режима сварки с критериями качества. Способы ввода присадочного материала. Типы сварных соединений. Основные параметры режимов сварки: мощность лазерного излучения, скорость сварки, фокусное расстояние, положение фокуса относительно поверхности свариваемых материалов. Вспомогательные параметры режимов сварки. Влияние параметров режима сварки на критерии качества сварного соединения. Основные условия проектирования сварных конструкций. Корпусные детали, валы, оси, составные детали механизмов и машин, шестерни, детали арматуры. Учет специфических особенностей процесса ЛС при проектировании типа соединения. Подготовка кромок и сборка под сварку. Основные виды дефектов при ЛС с глубоким проплавлением и причины их возникновения. Методы неразрушающего контроля: радиографический, ультразвуковой, магнитный и капиллярный.

Раздел 4. Гибридные технологии лазерной сварки

Тема 4.1. Виды лазерной сварки, особенности

Лазерно-дуговая сварка (ЛДС). Схемы процесса ЛДС. Влияние режимов ЛДС на геометрию формы шва. Достоинства ЛДС. Лазерно-плазменная сварка (ЛПС). Схемы процесса ЛПС. Преимущества ЛПС. Лазерно-светолучевая сварка. Достоинства и преимущества лазерно-светолучевой сварки. Лазерно-индукционная сварка (ЛИС). Функциональная схема ЛИС. Преимущества ЛИС. Лазерно-ультразвуковая сварка (ЛУС). Схемы ЛУС: несоосная и соосная. Влияние ЛУС на структурно-фазовый состав металла. Лазерная двухлучевая сварка (ЛДС). Способы ЛДС: суперпозиционный, последовательный и параллельный.

Раздел 5. Технологические особенности лазерной сварки различных материалов. Примеры промышленного применения лазерной сварки.

Тема 5.1. Особенности ЛС различных материалов

ЛС сталей. Сварка конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей. Сварка конструкционных углеродистых и легированных сталей. Сварка высоколегированных сталей. Рекомендации при ЛС сталей. Выбор режимов ЛС сталей. ЛС алюминиевых сплавов. Особенности ЛС алюминиевых сплавов. Технологическая схема ЛС алюминиевых сплавов. ЛС алюминиевых сплавов с применением флюса. Выбор параметров режима ЛС. Влияние ЛС на пористость, структуру и усадку металла. ЛС магниевых сплавов. Особенности ЛС магниевых сплавов. ЛС никелевых сплавов. ЛС титановых сплавов. ЛС керамических и композиционных материалов: соединение керамики и стекла. Применение ЛС в электронной и радиотехнической промышленности. Применение ЛС для изготовления деталей машин и механизмов. Применение ЛС в изделиях ракетно-космической и авиационной техники.

Раздел 6. Особенности лазерного разделения материалов

Тема 6.1. Процесс лазерного разделения, особенности и стадии

Определение процесса лазерного разделения. Преимущества лазерных методов разделения. Методы лазерной резки: разделительная сквозная резка, термораскалывание, скрайбирование. Стадии лазерного разделения: поглощение излучения и последующая передача энергии внутрь тела; нагревание материала без разрушения; изменение агрегатного состояния вещества; удаление материала из зоны взаимодействия; остывание материала. Механизмы лазерного разделения материалов. Процессы, характеризующие испарение. Процессы, характеризующие плавление с удалением расплава из зоны обработки. Термораскалывание. Термохимическое воздействие.

Раздел 7. Технология лазерной резки неметаллических материалов

Тема 7.1. Влияние на эффективность процесса: энергетических параметров, оптических параметров, газодинамических параметров.

Влияние на эффективность процесса: энергетических параметров, оптических параметров, газодинамических параметров. Примеры лазерной резки неметаллических материалов: кварца, стекла, стеклотекстолита, текстиля и др. Лазерное управление термораскалыванием и его основные преимущества и недостатки. Применение при термораскалывании CO₂-лазера. Термораскалывание излучением твердотельного Nd:YAG-лазера. Области применения управляемого термораскалывания стекла. Лазерное скрайбирование, его преимущества. Лазерное скрайбирование полупроводниковых и керамических пластин.

Раздел 8. Технология газолазерной резки металлических материалов. Лазерная размерная обработка

Тема 8.1. Механизмы газолазерной резки (ГЛР) металлов.

Механизмы газолазерной резки (ГЛР) металлов. Стадии разрушения в процессе резки металлов непрерывным излучением. Схемы формообразования реза по глубине материала при обработке тонколистового металла и деталей больших толщин. Влияние параметров процесса ГЛР на качество резки. Три основные зоны на поверхности реза. Технологические рекомендации по ГЛР различных материалов. Лазерная маркировка и гравировка. Лазерная обработка отверстий.

6. Рекомендуемые образовательные технологии

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Технологии проведения занятий в форме диалогового общения, которые переводят образовательный процесс в плоскость активного взаимодействия обучающегося и педагога. Обучающийся занимает активную позицию и перестает быть просто слушателем семинаров или лекций. Технологии представлены: групповыми дискуссиями, конструктивный совместный поиск решения проблемы, тренинг (микрообучение и др.), ролевые игры (деловые, организационно-деятельностные, инновационные, коммуникативные и др.).
2. Технология обучения в сотрудничестве применяются при проведении семинарских, практических и лабораторных занятий, нацелены на совместную работу в командах или группах и достижение качественного образовательного результата.
3. Для организации процесса обучения и самостоятельной работы используются информационно-коммуникационные образовательные технологии, представленные в виде педагогических программных средств и электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). Технологии расширяют возможности образовательной среды, как разнообразными программными средствами, так и методами развития креативности обучаемых. К числу таких программных средств относятся моделирующие программы, поисковые, интеллектуальные обучающие, экспертные системы, программы для проведения деловых игр.

При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;
- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;
- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);
- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

7. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Коротков, В. А. Сварка специальных сталей и сплавов: Учебно-методическое пособие / В. А. Коротков; Коротков В. А.. - Саратов: Вузовское образование, 2013. - 31 - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/20698.html> (дата обращения: 09.11.2023). - Режим доступа: по подписке

2. Козьмин, Н. Б. Технология металлов и сварка: учебное пособие к лабораторным работам / Н. Б. Козьмин. - Челябинск: ЮУрГУ, 2015. - 50 - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/154133> (дата обращения: 09.11.2023). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Ольшанская, Т. В. Конструкционные материалы. Свариваемость и сварка: учебное пособие / Т. В. Ольшанская. - Пермь: ПНИПУ, 2015. - 242 - 978-5-398-01479-2. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/160559> (дата обращения: 09.11.2023). - Режим доступа: по подписке

2. Казаков, С. И. Сварка плавлением и термическая резка металлов: учебное пособие / С. И. Казаков. - Курган: КГУ, 2014. - 365 - 978-5-4217-0276-4. - Текст: электронный. // : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/177875> (дата обращения: 09.11.2023). - Режим доступа: по подписке

7.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <http://eios.rsvpu.ru/> - Электронная информационно-образовательная среда РГППУ

7.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

1. Office Professional Plus;
2. Операционная система Windows;

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

7.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Для практических занятий

Учебная аудитория лаборатория электричества и магнетизма (1-305)

Читальный зал помещение для самостоятельной работы (2-231)