



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

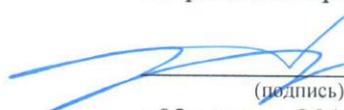

(подпись)

Л.Б. Леонтьев

«03» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
сварочного производства


(подпись)

А.В. Гридасов

«03» июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Высокоинтенсивные методы обработки материалов

Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение

магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 2.

лекции 18 час.

практические занятия - час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО лек. 2 /, пр. - /, лаб. 20 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 22 час.

самостоятельная работа 45 час.

в том числе на подготовку к экзамену 45 час.

контрольные работы 1.

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет - семестр

экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утверждённого приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры сварочного производства протокол № 11 от «03» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент, Гридасов А.В.

Составитель (ли): д.т.н., профессор, Стаценко В.Н.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа учебной дисциплины «Высокоинтенсивные методы сварки» предназначена для направления 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства».

Общая трудоёмкость освоения дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 часа и включает в себя следующее:

- лекционные занятия 18 час., в том числе по МАО 2 час.;
- практические занятия не предусмотрены учебным планом;
- лабораторные работы 36 час., в том числе по МАО 20 час.;
- самостоятельная работа студентов 45 час., в том числе на подготовку к экзамену 45 час.

Дисциплина «Высокоинтенсивные методы сварки» относится к блоку «Дисциплины (модули)» - Б1., «Вариативная часть» - Б1.В., «Дисциплины по выбору» - Б1.В.ДВ.1.1.

Дисциплина «Высокоинтенсивные методы сварки» логически и содержательно связана с такими курсами, предыдущего уровня образования 15.03.01 Машиностроение (бакалавриат), как:

«Безопасность жизнедеятельности», «Химия», «Физика», «Инженерная экология», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятности и математическая статистики», «Теоретическая механика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Прикладная механика в машиностроении», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Электротехника и электроника», «Механика жидкости и газа», «Основы проектирования», «Технологические основы машиностроения», «Экономика и организация машиностроительного производства», «Профессионально-ориентированный перевод», «Научные исследования в сварке», «Теория сварочных процессов», «Автоматизация сварочных процессов», «Теория сварочных напряжений и деформаций», «Основы технологии сварки спец сталей и сплавов», «Технологические основы сварки плавлением и давлением», «Технические измерения в сварочном производстве», «Математические методы в машиностроении», «Теоретические основы надёжности технических систем», «Специальные методы сварки», «Сварка

неметаллических материалов», «Электросварочное оборудование», «Источники питания в сварочном производстве».

А также с изученными ранее на данном уровне образования 15.04.01 Машиностроение (магистратура) как: «Методология научных исследований в машиностроении», «Автоматизация проектирования технологических процессов», «Новые конструкционные материалы», «Компьютерные технологии в машиностроении», «Профессионально-ориентированный перевод», «Триботехника», «Технология нанесения покрытий со специальными свойствами».

Особенности построения и содержания курса

Курс «Высокоинтенсивные методы сварки» предназначен для предоставления студентам знаний о специальных и высокоинтенсивных способах соединения материалов, применяемых в области сварочного производства, влияющих на экономическое развитие страны и продвижению науки.

Цель

Освоение технологических процессов нетрадиционных специальных методов обработки материалов и умение их применять для заданных технических условий.

Задачи:

- ознакомить студентов с термомеханическими методами сварки;
- ознакомиться с методами, инструментами и устройствами сварки термомеханическими способами;
- изучить технологические процессы сварки термомеханическими способами;
- освоить методы контроля прочности и качества сварных соединений.

Для успешного изучения дисциплины «Высокоинтенсивные методы сварки» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

Из предыдущего этапа обучения по направлению 15.03.01 Машиностроение:

ОК-3 - способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности;

ОК-4 - способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности;

ОК-5 - способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;

ОК-7 - способностью к самоорганизации и самообразованию;

ОПК-2 - осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества;

ОПК-3 - владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;

ОПК-5 - способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-1 - способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки;

ПК-2 - умением обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;

ПК-3 - способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения;

ПК-4 - способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности;

ПК-11 - способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий;

ПК-12 - способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств;

ПК-13 - способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование;

ПК-14 - способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;

ПК-15 - умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования;

ПК-16 - умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ;

ПК-17 - умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения;

ПК-18 - умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;

ПК-19 - способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции;

Также, для успешного изучения дисциплины «Высокоинтенсивные методы сварки» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции данного этапа обучения по направлению 15.04.01 Машиностроение:

ОК-5 - способность генерировать идеи в научной и профессиональной деятельности.

ОК-7 - способность к свободной научной и профессиональной коммуникации в иноязычной среде.

ОК-10 - способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

ОК-12 - способность получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных

технологий, применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения в том числе в режиме удаленного доступа.

ОК-14 - способность создавать и редактировать тексты профессионального назначения.

ОПК-1 - способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки.

ОПК-2 - способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.

ОПК-3 - способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере.

ОПК-4 - способность осуществлять экспертизу технической документации.

ОПК-10 - способность организовывать работу по повышению научно-технических знаний работников.

ОПК-13 - способность разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области машиностроения.

ОПК-14 - способность выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении.

ПК-4 - способность выбирать и разрабатывать износостойкие и антифрикционные материалы для деталей узлов трения.

ПК-5 - способность выбирать технологические способы повышения износостойкости и эксплуатационных свойств деталей узлов трения.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-13 - способность разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - методы по доводке и освоению технологических процессов; - основные технологические сварочные процессы; - основные нормативные документы по сварочным материалам, технологиям и процессам сварки; - методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях.

разработанных проектов и программ в области машиностроения	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - чётко и ясно сформулировать и обосновать цель проводимой работы; - составлять основную документацию при проведении основных технологических сварочных процессов; - использовать основные методики и средства измерений при проверке качества монтажа и наладки при испытаниях; - вводить в эксплуатацию новые образцы изделий, узлов и деталей.
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - техникой безопасности при проведении основных технологических сварочных процессов; - методами по доводке и освоению технологических процессов; - методами по проверке качества монтажа и наладки при испытаниях.
ОПК-14 - способность выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - существующие средства, методы и способы сбора информации; - основные способы переработки аналитической информации; - прикладные программные средства.
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - применять прикладные программные средства при решении практических вопросов; - решать практические вопросы с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения; - применять программные средства в режиме удаленного доступа.
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа и обобщения информации, полученной в ходе коллективного выполнения задания, с целью выработки итогового решения; - методикой решения оптимизационных задач при выборе параметров режима сварки для обеспечения заданной прочности и долговечности деталей машин и механизмов.
ПК-2 - способность разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии в машиностроении	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - методы оценки производственных и непроизводственных затрат; - методы оценки качества продукции; - основные способы переработки аналитической информации.
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - оценивать требования качества, надежности и стоимости; - уметь применять термомеханические методы сварки для заданных технических условий; - разрабатывать технологические процессы термомеханических методов обработки материалов.
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - средствами и методами управления качеством, динамики систем управления качеством; - навыками работы в коллективе, как под руководством коллег, так и в качестве руководителя; - методикой системного проектирования технологических процессов сварки.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Термомеханические методы сварки» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- Круглый стол, дискуссия, дебаты;
- Мастер класс;
- Case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ).

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

МОДУЛЬ I. Высокоинтенсивные методы сварки (18 час., в том числе по МАО 2 час.)

Раздел 1. Основные понятия, классификация, традиционные виды наплавки (6,75 час., в том числе по МАО 0,8 час.)

Тема 1. Классификация методов обработки материалов (2,25 час., в том числе по МАО 0 час.)

Классификация термомеханических методов обработки материалов, высокоинтенсивные методы обработки материалов, термины и понятия.

Тема 2. Традиционные методы наплавки металлов (2,25 час., в том числе по МАО 0,4 час.)

Особенности наплавки металлических материалов, условия получения прочного соединения, разновидности способов наплавки (ручная дуговая одинарным электродом и лентой, порошковым электродом и лентой, электрошлаковая, вибродуговая, и др.), конструкции и характеристики установок.

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия, дебаты» и демонстрации видеofilьмов «Вибродуговая наплавка металлов» и др. (2 видео).

Тема 3. Электроэрозионно-химическая обработка (2,25 час., в том числе по МАО 0,4 час.)

Представлены особенности электроэрозионно-химической обработки (ЭЭХО), определения электроэрозионно-химических режимов, основные закономерности ЭЭХО, технологические показатели процесса, оборудование, компоновка, станки для электроэрозионно-химической обработки. По технологическим признакам устанавливаются следующие виды ЭЭХО: отрезка (ЭЭОт), объемное копирование (ЭЭОК), вырезание (ЭЭВ), прошивание (ЭЭПр), шлифование (ЭЭШ), доводка (ЭЭД), маркирование (ЭЭМ), упрочнение (ЭЭУ).

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия, дебаты» и демонстрации

видеофильмов «Электроэрозионно-химическая обработка» и др. (2 видео).

Раздел 2. Высокоинтенсивная обработка материалов (6,75 час., в том числе по МАО 0,4 час.)

Тема 1. Электронно-лучевая сварка и наплавка (2,25 час., в том числе по МАО 0 час.)

Особенности электронно-лучевой сварки различных металлических материалов, условия образования прочного соединения, разновидности способов сварки и видов соединений, конструкции и характеристики установок.

Тема 2. Сварка и наплавка лазером (2,25 час., в том числе по МАО 0,4 час.)

Представлены классификация лазеров, принципы их действия, особенности лазерной сварки и наплавки различных металлических и неметаллических материалов, условия образования прочного соединения, разновидности способов получения лазерного излучения, конструкции и характеристики установок. Методы наплавки - нанесение покрытий оплавлением предварительно нанесенного порошка, боковая и коаксиальная подача порошка, наплавка плоских и цилиндрических поверхностей, прототипирование трехмерных деталей.

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия, дебаты» и демонстрации видеофильмов «Лазерная обработка материалов» и др. (2 видео).

Тема 3. Плазменная сварка и наплавка (2,25 час., в том числе по МАО 0 час.)

Особенности плазменной сварки и наплавки различных материалов, условия образования прочного соединения, разновидности способов получения плазменной струи, конструкции и характеристики установок. Методы сварки и наплавки - микроплазменная сварка, формирование шва со сквозным проплавлением, водно-паровые плазмотроны, источники питания, оборудование для плазменной сварки и наплавки. Опасные и вредные

факторы при плазменной сварке наплавке, методы их устранения, термообработка при плазменной наплавке.

Раздел 3. Подводная сварка и резка. (4,5 час., в том числе по МАО 0,8 час.)

Тема 1. Подводная сварка (2,25 час., в том числе по МАО 0,4 час.)

Особенности подводной сварки различных металлических материалов, условия образования газового пузыря в воде, разновидности способов подводной ручной и полуавтоматической сварки, конструкции и характеристики установок. «Сухой и мокрый» вид работ. Факторы безопасности.

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия, дебаты» и демонстрации видеофильмов «Подводная сварка», и «Ремонт подводного трубопровода» и др. (4 видео).

Тема 2. Подводная резка материалов (2,25 час., в том числе по МАО 0,4 час.)

Особенности подводной резки различных металлических материалов, виды сварочных материалов и оборудования, расходы материалов, условия работы, обеспечение безопасности работ. Механические способы резки (тросовая, гидроабразивная, взрывом и др).

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия, дебаты» и демонстрации видеофильмов «Подводная резка», и «Подводный трубопровод «Северный поток»» (2 видео).

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные работы (36 час., в том числе по МАО 20 час.)

Лабораторная работа №1. Физические основы применения электронно-лучевой сварки (3 час., в том числе по МАО 5 час.)

Цель занятия:

Изучение методики проведения электронно-лучевой сварки, а также проведение измерений прочности полученного сварного соединения в лабораторных условиях.

Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».

Лабораторная работа №2. Технология применения электронно-лучевой сварки в космосе (3 час., в том числе по МАО 5 час.)

Цель занятия:

Описание методики проведения электронно-лучевой сварки в космосе, а также результаты полученного сварного соединения.

Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».

Лабораторная работа №3. Физические основы создания технологических лазеров. Твердотельные лазеры (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение физических основ создания технологических лазеров.

Лабораторная работа №4. Газовые технологические лазеры. (3 час., в том числе по МАО 5 час.)

Цель занятия:

Изучение основ работы газовых технологических лазеров.

Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».

Лабораторная работа №5. Технология применения лазерной (ОКГ) сварки (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение методики применения лазерной (ОКГ) сварки.

Примечание: данное занятие проводится в учебно-научно-производственной лаборатории передовых технологий (УНПЛ ПТ) ДВФУ, г. Владивосток.

Лабораторная работа №6. Полупроводниковые лазеры (3 час., в том числе по МАО 5 час.)

Цель занятия:

Изучение методик применения полупроводниковых лазеров.

Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».

Лабораторная работа №7. Технология применения лазерной (ОКГ) наплавки (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии применения лазерной наплавки.

Лабораторная работа №8. Физические основы применения плазменной сварки (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии плазменной сварки.

Лабораторная работа №9. Технология применения плазменной сварки (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии плазменной сварки.

Лабораторная работа №10. Технология применения водно-парового плазмотрона (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии плазменной сварки с применением водно-парового плазмотрона.

Лабораторная работа №11. Технология применения плазменной наплавки (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии плазменной наплавки.

Лабораторная работа №12. Электроэрозионная обработка металлов (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии электроэрозионной обработки металлов.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Высокоинтенсивные методы сварки» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план – график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристики заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы/ темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
МОДУЛЬ I. Термомеханические методы сварки					
Раздел I. Основные понятия, классификация, традиционные виды наплавки					
1	Тема 1. Классификация методов обработки материалов	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
2	Тема 2. Традиционные методы наплавки металлов	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, УО-4, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
3	Тема 3. Электроэрозионно-химическая обработка	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-6, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7	
Раздел II. Высокоинтенсивная обработка материалов					
5	Тема 1. Электронно-лучевая сварка и наплавка	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-6, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7	
6	Тема 2. Сварка и наплавка лазером	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-6, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7	
7	Тема 3. Плазменная сварка и наплавка	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-6, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7	
Раздел III. Подводная сварка и резка					
7	Тема 1. Подводная сварка	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
8	Тема 2. Подводная резка материалов	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	

Расшифровка кодеров оценочных средств (ОС)				
№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определённому разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	УО-4	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута,

				дебатов
3	ПР-6	Лабораторная работа	Средство для закрепления и практического освоения материала по определённому разделу.	Комплект лабораторных заданий
4	ПР-7	Конспект	Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.	Темы/разделы дисциплины

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

У. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Высокоинтенсивные методы обработки материалов: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / сост. В.Н. Стаценко, В.В. Романова; Инженерная школа ДВФУ. - Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2018. – [91 с.]. – 1 CD. – Систем.требования: процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD); оперативная память от 1 ГБ, Windows (XP; Vista; 7 и т.п.); AcrobatReader, FoxitReader либо любой другой их аналог. – ISBN 978-5-7444-3800-5 (см. приложение 3).

2. Специальные методы сварки и пайки: Учебник / В.А. Фролов, В.В. Пешков, И.Н. Пашков и др.; Под ред. проф. В.А. Фролова. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2013. - 224 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ПРОФИЛЬ). (переплет) ISBN 978-5-98281-332-9, 1000 экз.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-391307&theme=FEFU>

3. Конюшков Г.В. Специальные методы сварки плавлением в электронике [Электронный ресурс]: учебное пособие / Конюшков Г.В., Конюшков В.Г., Авагян В.Ш.— Электрон.текстовые данные.— М.: Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2014.— 144 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19250>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-19250&theme=FEFU>

4. В.Л. Лихачев. Электросварка. Справочник. - М.: СОЛОН-Пресс, 2010. - 672 с: ил. - (Серия "Ремонт", выпуск 73).

http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Geotar:/usr/vtIs/ChamoHome/visualizer/data_g_eotar/geotar.xml.part622..xml&theme=FEFU

5. Лихачев В.Л. Электросварка [Электронный ресурс]: справочник/ Лихачев В.Л.— Электрон.текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2010.— 672 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8650>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-8650&theme=FEFU>

6. Специальные методы сварки плавлением в электронике: учебное пособие для вузов / Г. В. Конюшков, В. Г. Конюшков, В. Ш. Авагян. Москва: Дашков и К°, 2015. 144 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:785993&theme=FEFU>

Дополнительная литература
(печатные и электронные издания)

1. В.Н. Стаценко. Специальные методы сварки: учеб. пособие. Дальневосточный государственный технический университет. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 166 с. (12 экз).

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:387049&theme=FEFU>

2. Конюшков Г.В., Мусин Р.А. Специальные методы сварки давлением.// Учебник, гриф УМО Саратов, 2009.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-743&theme=FEFU>

3. Банов М.Д., Масаков В.В. Специальные способы сварки и резки// Академия, 2009 г. - 208 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:731740&theme=FEFU>

4. Сварка, пайка, клейка и резка металлов и пластмасс: справочник / [Г. Калиске, В. Климанд, К.-Й. Маттес и др.] ; под ред. А. Ноймана, Е. Рихтера; пер. с нем. А. А. Шаропова, Е. И. Чудина. Москва: Металлургия, 1985 - 480 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:661854&theme=FEFU>

5. Сварка пластмасс / К. И. Зайцев, Л. Н. Мацюк. Москва: Машиностроение , 1978 - 224 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:788063&theme=FEFU>

6. Николаев Г.А., Ольшанский Н.А. Специальные методы сварки. -М.: Машиностроение, 1975. С. 72, с. 120.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:702855&theme=FEFU>

7. Специальные методы сварки: учебное пособие / Г. А. Николаев, Н. А. Ольшанский. Москва: Машиностроение, 1975. 232 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:702855&theme=FEFU>

8. Сварка в машиностроении : справочник; в 4 т. / [В.А. Винокуров, А.Д. Гитлевич, К.А. Грачева [и др.]; под ред. В.А. Винокурова : Т.3/ М. : Машиностроение, 1979. (1 экз).

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:765174&theme=FEFU>

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382651&theme=FEFU>

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382649&theme=FEFU>

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:765192&theme=FEFU>

9. Специальные методы сварки и пайки: Учебник / В.А. Фролов, В.В. Пешков, И.Н. Пашков и др.; Под ред. проф. В.А. Фролова. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2013. - 224 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ПРОФИль). (переплет) ISBN 978-5-98281-332-9, 1000 экз.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-391307&theme=FEFU>

Нормативно-правовые материалы

1. ГОСТ 20549-75 Диффузионная сварка в вакууме рабочих элементов разделительных и формообразующих штампов. Типовой технологический процесс.

2. ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий.

http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_260184_Svarka_metallov_Te.html

3. ГОСТ 60974-1-2004 Источники питания для дуговой сварки и резки. Требования безопасности.

4. РД 153-34.1-17.467-2001 Экспрессный метод оценки остаточного ресурса сварных соединений коллекторов котлов и паропроводов по структурному фактору.

5. РДИ 38.18.016-94 Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.

6. ОСТ 26-02-1015-85 Отраслевой стандарт «Крепление труб в трубных решетках».

<http://www.gosthelp.ru/text/ost2602101585kreplenetru.html>

7. ОСТ 5.9311-78 Отраслевой стандарт «Сварка металлов взрывом. Биметаллические заготовки для трубных решеток теплообменных аппаратов. Общие технические требования».

8. РТМ 26-17-012-83 Сварка в защитных газах нефтехимической аппаратуры из нержавеющей сталей.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

1. <http://websvarka.ru> – Форум сварщиков. Справочный сайт.
2. <http://autoweld.ru/statyai.php> - информационный портал «Autoweld.ru сварочное оборудование».
3. <http://www.shtorm-its.ru>- информационный портал «Шторм», сварочное оборудование.
4. <http://www.osvarke.com>- информационный портал «Осварке».
5. <http://www.autowelding.ru>- информационный портал «autoWelding.ru».
6. <http://www.drevniymir.ru/> - информационный портал «Древний мир металла»
7. <http://www.esab.ru> – компания ESAB, сварочное оборудование.
8. <http://www.fips.ru> – ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности.
9. <http://www.icsti.su/> - Международный центр научной и технической информации (МЦНТИ).
10. <http://www.wipo.int/portal/index.html.en> – World intellectual property organization (WIPO).
11. <https://www.eapo.org/ru/> - Евразийская патентная организация (ЕАПО).
12. <https://www.dvfu.ru> - Официальный сайт ДВФУ.
13. <https://cyberleninka.ru> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
14. <http://apps.webofknowledge.com> - «WebofScience» Научная электронная библиотека, научный форум, публикационная система.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступно следующее программное обеспечение:

- Офисный пакет приложений MicrosoftOffice 365;
- Сервис антивирусной защиты EsetNOD32;
- Сервис распознавания текста ABBYYFineReader;

- Система ТЕХЭКСПЕРТ;
- Справочно-правовая система КОНСУЛЬТАНТ ПЛЮС;
- Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования MatlabSimulink 2015;
- Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования MathCAD;
- Система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD 2015;
- Система автоматизированного проектирования КОМПАС 3D (САПР).

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступен электронный ресурс сайта ДВФУ (<https://www.dvfu.ru>):

- Научная библиотека ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/library>);
- Портал ДВФУ (<https://ip.dvfu.ru>);
- Система электронных курсов ДВФУ BlackboardLearn (<https://bb.dvfu.ru>);
- Электронная почта ДВФУ (<http://mail.dvfu.ru>);
- Техническая поддержка ИТ-сервисов ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/support>).

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель методических рекомендаций - обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Время, отведённое на реализацию дисциплины

Теоретическая часть курса, проводимая в аудиториях/лабораториях ДВФУ (с преподавателем/руководителем) – 18 часов, в том числе по МАО 2 часа.

Практическая часть курса, проводимая в аудиториях/лабораториях ДВФУ (с преподавателем/руководителем) – 36 часов, в том числе по МАО 20 часов.

Всего часов аудиторной нагрузки (с преподавателем/руководителем) – 54 часа, в том числе по МАО 22 часа.

Время на самостоятельную работу (без преподавателя/руководителя) как теоретической, так и практической частей курса – 45 часа, в том числе на подготовку к экзамену – 45 часов.

Методические указания студентам по освоению дисциплины

Общая рекомендация

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы учебной дисциплины (далее - РПУД), с целями и задачами дисциплины, её связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимся на образовательном портале и сайте кафедры, с графиком консультаций преподавателей кафедры.

Рекомендация по процессу обучения

Обучение по рабочей программе учебной дисциплины «Высокоинтенсивные методы сварки» направления подготовки 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции и практические работы) и самостоятельной работы

студентов. С целью обеспечения успешного обучения студент должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку:

- знакомит с новым учебным материалом;
- разъясняет учебные элементы, трудные для понимания;
- систематизирует учебный материал;
- ориентирует в учебном процессе.

Подготовка к лекции заключается в следующем:

- внимательно прочитайте материал предыдущей лекции;
- узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора);
- ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;
- запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

Подготовка к лабораторным работам:

- внимательно прочитайте материал лекций относящихся к данным практическим занятиям, ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- выпишите основные термины, принципы, формулы;
- ответьте на контрольные вопросы по практическим занятиям, готовьтесь дать развёрнутый ответ на каждый из вопросов;
- уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными и постарайтесь получить на них ответ заранее (до практического занятия) во время текущих консультаций преподавателя;
- готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы, последние являются эффективными формами работы;
- рабочая программа дисциплины в части целей, перечню знаний, умений, терминов и учебных вопросов может быть использована вами в качестве ориентира в организации обучения.

Подготовка к экзамену.

К экзамену необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине.

Попытки освоить дисциплину в период зачётно-экзаменационной сессии, как правило, показывают не слишком удовлетворительные результаты.

В самом начале учебного курса познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;
- перечнем знаний и умений, которыми студент должен владеть;
- тематическими планами лекций, семинарских занятий;
- контрольными мероприятиями;
- учебником, учебными пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;
- перечнем экзаменационных вопросов.

После этого должно сформироваться чёткое представление об объёме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях и практических занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи экзамена.

Рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных работ (домашних заданий)

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определённым РПУД и системой рейтингового оценивания (БРС);

- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать в установленное время на занятиях, консультациях неясные вопросы;

- использовать при подготовке нормативные документы ДВФУ, а именно, Процедура, Требования к выполнению письменных работ в ДВФУ от 17 ноября 2011 г, также ГОСТ 2.105 Единая система конструкторской документации (ЕСКД).

- при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

Рекомендации по работе с информационными источниками

Работа с информацией – процесс нахождения знаний (информации) о причинах возникновения проблем, применённых инженерных решений/идей, современного состояния объекта исследования.

Поиск информации по дисциплине и её дальнейшей обработки следует начинать с:

- проработки тематического плана – теоретическая и практическая части курса;

- классификации информационного материала;

- составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между рассматриваемыми темами;

- составления новой библиографии, при неудовлетворении предложенной.

- реферирования – краткое, основное содержание одной и более работ по теме.

- конспектирования – детальное изложение главных положений и концептуальных идей.

- аннотирования (аннотация) – краткое, предельно сжатое изложение основного содержания литературных источников.

- цитирования - дословная запись высказываний, выражений автора, а также приведение в тексте работы фактических и статистических данных, содержащихся в литературных источниках.

Для реализации информации в письменном/машинно-печатном виде необходимо выполнять общепринятые требования по оформлению -

ГОСТ 2.105 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам; Процедура. Требования к выполнению письменных работ в ДВФУ от 17 ноября 2011 г.

Рекомендации по подготовке к текущей/промежуточной аттестации

Успешное освоение программы курса предполагает:

- усвоение теоретической части курса;
- выполнение требований преподавателя (руководителя), установленных преподавателем (руководителем) в рамках профессиональной деятельности сотрудника ДВФУ;
- выполнение практической части курса (лабораторные работы/тесты/контрольные мероприятия и др.).

При изучении дисциплины осуществляются текущий, промежуточный и итоговый контроль по дисциплине.

Текущий контроль (ТК) основан на устном опросе раз в неделю. Основная цель ТК: своевременная оценка успеваемости студентов, побуждающая их работать равномерно, исключая малые загрузки или перегрузки в течение семестра.

Промежуточный контроль (ПК) – осуществляется в форме коллоквиумов и творческих заданий. Цель ПК: побудить студентов отчитаться за усвоение раздела дисциплины накопительным образом, т.е. сначала за первый, затем за второй разделы курса. Коллоквиумы, и защита результатов исследований проводятся по традиционной методике. За цикл обучения предусмотрено 2 коллоквиума и четыре творческих задания.

Итоговый контроль по дисциплине (ИКД) - это проверка уровня учебных достижений студентов по всей дисциплине за семестр. Формы контроля: зачет. Проводится традиционным способом. Цель итогового контроля: проверка базовых знаний дисциплины, полученных при ее изучении, достаточных для последующего обучения и будущей профессиональной деятельности.

Методические указания
по проведению лабораторных работ
по дисциплине Высокоинтенсивные методы обработки материалов

Лабораторная работа №1. Физические основы применения электронно-лучевой сварки (3 час., в том числе по МАО 5 час.)

Цель занятия:

Изучение физических основ проведения электронно-лучевой сварки, а также факторов, влияющих на прочность полученного сварного соединения.

План занятия:

1. Общая характеристика ЭЛС, условия получения потока электронов, физические эффекты получения пучка электронов, виды воздействия на поверхность.

2. Мощность луча, испарение металла, глубина проплавления, образование кратера (два вида процессов).

3. Опасные и вредные факторы при ЭЛС, методы их устранения. Правила безопасности при использовании ЭЛС.

4. Применение ЭЛС.

5. Подготовка отчёта.

Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия».

Лабораторная работа №2. Технология применения электронно-лучевой сварки (3 час., в том числе по МАО 5 час.)

Цель занятия:

Изучение методики проведения электронно-лучевой сварки, а также проведение измерений прочности полученного сварного соединения.

План занятия:

1. Технология ЭЛС: - сочетания свариваемых материалов; - присадочные материалы; - основные параметры режимов пушки; - технологические параметры ЭЛС; - типы соединений; - сварка с глубинным проплавлением; - сварка с присадочным материалом; - прецизионная сварка; - типы кольцевых соединений; - технологические приемы повышения производительности и качества швов (развертка, наклон луча, модуляция тока, присадочный пруток, ...).

2. Оборудование ЭЛС: - способы получения луча (пучка); - описание и технические характеристики установок а) СА-330, СА-340, СА-413; б) СА-424, СА-445, СА-451; в) СА-252, СА-508, СА-613, СА-472.

3. Электронно-лучевая сварочная установка ЭЛТУ-60.15/1.1.

4. Подготовка отчёта.

Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия».

Лабораторная работа №3. Физические основы создания технологических лазеров. Твердотельные лазеры(3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение физических основ создания технологических лазеров.

План занятия:

1. Когерентный луч, его особенности (монохроматичность, взаимная когерентность двух волн, ...).

2. Основы работы лазера (индуцированное или вынужденное излучение), ОКГ, лазер – мазер, наличие резонатора, получение активных атомов, воздействие луча с разной длиной волны (от 1 до 15 мкм) на обрабатываемую поверхность, возможность фокусировки. Состав лазера: - активная среда; - система накачки; - резонатор (интерферометр Фабри-Перо); - устройство вывода энергии из резонатора; - система управления концентрацией энергии и пространственной ориентацией.

3. Твердотельные лазеры – состав активной среды, ее размеры, вид накачки, питание генератора накачки, непрерывный и импульсный режимы, мощность, длина волны, КПД.

4. Подготовка отчёта.

Лабораторная работа №4. Газовые технологические лазеры. (3 час., в том числе по МАО 5 час.)

Цель занятия:

Изучение основ работы газовых технологических лазеров.

План занятия:

1. Газовые лазеры – вид активной среды, форма и размеры трубки, состав газовой среды, длина волны различных газов, вид накачки (элек. разряд). 3 группы газовых лазеров: атомные (на водороде, неоне, гелий+неон), ионные (аргоновый, ксеноновый, криптоновый, ..),

молекулярные (углекислый газ+азот+гелий), длины волн, мощности и КПД этих групп.

2. Схема газового лазера большой мощности. Эксимерный лазер является самым мощным источником ультрафиолетового излучения.

3. Мощные технологические лазеры – а) CO_2 с поперечной прокачкой газовой среды: ТЛ-1,5, ТЛ-3, ТЛ-5М и др.; б) волноводные трубчатые CO_2 : серии ТЛВ-700, МТЛ-2,5 и др.; в) твердотельные: ЛТН-101, ЛТН-501, «Квант-15», «Фотон-500», МЛТИ-1200 и др. современные установки. Привести схемы, виды излучения (импульсное, непрерывное), характеристики (мощность, длина волны, КПД, габариты и др.).

4. Подготовка отчёта.

Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия».

Лабораторная работа №5. Технология применения лазерной (ОКГ) сварки (3 час.)

Цель занятия:

Изучение методики применения лазерной (ОКГ) сварки.

План занятия:

1. Лазерная сварка - сочетания свариваемых материалов; схемы и режимы сварки. Лазеры импульсного и непрерывного действия, шов кинжального типа, незначительные деформации, точность изготовления, особенности глубины проплавления и мощности, сварка неметаллических материалов (стекло, керамика,...). Сварка с непрерывным излучением и разными длинами волн, с импульсно-периодическим излучением, с длительным импульсом.

2. Метод повышения эффективности сварки - импульсно-периодическая сварка за счет осциллирования лазерного излучения. Изучение методик проведения сварки на станке *STX-36HI-PRO* производства Японии.

3. Подготовка отчёта.

Примечание: данное занятие проводится в учебно-научно-производственной лаборатории передовых технологий (УНПЛ ПТ) ДВФУ, г. Владивосток.

Лабораторная работа №6. Полупроводниковые лазеры (3 час., в том числе по МАО 5 час.)

Цель занятия:

Изучение методик применения полупроводниковых лазеров.

План занятия:

1. Полупроводниковые лазеры – излучательные квантовые переходы, перестройка длин волн (0,32-32 мкм), мощность и КПД (до 50%).
2. Методы накачки (инжекция носителей тока, пучком быстрых электронов, оптическая, пробой в электрическом поле).
3. Применение полупроводниковых лазеров.
4. Подготовка отчёта.

Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол, дискуссия».

Лабораторная работа №7. Технология применения лазерной (ОКГ) наплавки (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии применения лазерной наплавки.

План занятия:

1. Схемы наплавки, последовательность операций, режимы наплавки, используемые материалы, сочетания наплавочных и основных материалов, термообработка.
2. Наплавка плоских поверхностей, технология, схемы.
3. Наплавка цилиндрических поверхностей, технология, схемы.
4. Достоинства по сравнению с традиционными способами наплавки, недостатки. Области применения.
5. Подготовка отчёта.

Лабораторная работа №8. Физические основы применения плазменной сварки (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии плазменной сварки.

План занятия:

1. Плазма-понятие, сущность плазменной сварки, способы получения плазменных струй, сварка плазменного и плазменно-дугового воздействия. Сжатая дуга косвенного воздействия, ее КПД, дуга прямого воздействия, ее КПД.

2. В инженерной практике используются две основные принципиальные схемы дуговых плазменных горелок – прямого и косвенного действия. Основное достоинство сжатой дуги, двойное дугообразование, получение более узких швов. Разновидности плазменной сварки – на постоянном токе прямой полярности, сжатой дугой в аргоне обратной полярности, дугой переменного тока, сварка алюминия применением асимметричного переменного тока прямоугольной формы, сварка сжатой трехфазной дугой, сварка с аксиальной подачей плавящегося электрода через неплавящийся полый медный цилиндрический электрод, микроплазменная сварка (ток 0,1-15 А).

3. Технология сварки, технологические параметры плазменной сварки (плазмообразующий газ, мощность, расход газа, КПД, температура плазмы). Основными параметрами регулирования тепловых характеристик плазменной струи являются: сила тока, длина дуги, расход плазмообразующего газа.

4. Подготовка отчёта.

Лабораторная работа №9. Технология применения плазменной сварки (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии плазменной сварки.

План занятия:

1. Плазменная сварка проникающей и непроводящей дугой, режимы сварки (марка и толщина материала, ток, напряжение скорость сварки, диаметр сопла, расход газов). Широкое распространение получает сварка проникающей плазменной дугой («в замочную скважину»), когда вольфрамый электрод заглублен. Источники питания в непрерывном и импульсном режимах.

2. Оборудование для плазменной сварки – универсальные и специализированные установки для РДС и механизированной сварки, горелки или плазмотроны, плавящиеся и неплавящиеся электроды, сопла. Типы и конструкции неплавящихся электродов, составы плазмообразующих газов. Источники электропитания, их характеристики, система управления. Установки для РДС низкоуглеродистых и низколегированных сталей УПРС-300-2, УПРС-300-3 и др. современные установки. Характеристика этих установок (марка, ток, толщина материала, расход газа и др.). Характеристика плазмотронов (марка плазмотрона, ток, напряжение, расход

газа и др.). Аппараты для сварки черных и цветных металлов (алюминий, магний, их сплавы) толщиной 0,1-3 мм.

3. Опасные и вредные факторы при плазменной сварке, методы их устранения.

4. Преимущества плазменной сварки: по сравнению с аргоно-дуговой - по проплавливающей способности, по чувствительности к изменению длины дуги и др. Существенные недостатки плазменной сварки - образование двойной дуги и др.

5. Подготовка отчёта.

Лабораторная работа №10. Технология применения подводной сварки (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии подводной сварки.

План занятия:

1. Особенности дуги, горящей под водой.
2. Техника выполнения водолазом-сварщиком сварных соединений под водой.
3. Сварочные материалы для дуговой сварки под водой.
4. Краткое описание принципа и технологии подводной сварки.
5. Произвести сварку под водой и на воздухе, оценить качество и режимы сварки.
6. Подготовка отчёта.

Лабораторная работа №11. Технология электродуговой подводной резка металлов (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии электродуговой подводной резки.

План занятия:

1. Способы термической резки:
- электродуговая; -электрокислородная; -газокислородная;
2. Электроды для электрокислородной подводной резки: — трубчатый электрод; — керамический (карборундовый).
3. Электродержатель ЭКД-4 для подводной кислородно-дуговой резки.

4. Электрокислородная резка разными методами: – с поддержанием видимой дуги; – опирания; - углубления.
5. Производительность и расход электродов при резке.
6. Схема подключения и устройство электрододержателя ЭКД-4 для подводной воздушно- и кислородно-дуговой резки.
7. Сравнить качество и скорость обработки при воздушно-дуговой и кислородно-дуговой резке стали.
8. Отличие электрокислородной резки на воздухе и под водой.
9. Подготовка отчёта.

Лабораторная работа №12. Электроэрозионная обработка металлов (3 час., в том числе по МАО 0 час.)

Цель занятия:

Изучение технологии электроэрозионной обработки металлов.

План занятия:

1. Электроимпульсная обработка, электрическая эрозия, определения электроискрового и электроимпульсного режима. Общее описание процесса ЭЭО. Первая стадия эрозионного процесса – пробой, вторая стадия - проводимость газового пузыря, третья стадия - прекращение тока.
2. Основные закономерности процесса ЭЭО. Основные технологические показатели процесса – производительность, оптимальное сочетание факторов, зависимость: производительность - площадь обработки - мощность.
3. Влияние производительности от глубины внедрения электроинструмента. Влияние на производительность свойств рабочей среды.
4. Многоэлектродная обработка, точность обработки деталей, качество поверхности.
5. Электроэрозионное оборудование. Проволока для резки. Компоновка. Станки для электроэрозионной обработки, механическая часть, генератор импульсов - релаксационные, машинные, магнитонасыщенные, ламповые и полупроводниковые генераторы. Известно 2 вида генераторов этого типа: на основе инверторов и широкодиапазонный.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение теоретической части дисциплины предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: мультимедийная аудитория (состоит из интегрированных инженерных систем воспроизведения / визуализации / хранения / передачи электронной информации с единой системой управления) вместимостью до 30 человек.

Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, интерактивной трибуны преподавателя (монитор 22", персональный компьютер с широкополосным доступом в сеть интернет). Компьютерное оборудование должно иметь соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Для практической части курса предполагается использовать лаборатории и помещения кафедры, последнее - аудиторный резерв кафедры.

К лабораториям относятся:

- «лаборатория механических испытаний и структурного анализа»;
- «лаборатория сварочных технологий и оборудования»;
- «лаборатория трибологии и покрытий»;
- «лаборатория композиционных материалов»;
- «лаборатория специальных методов сварки».

Аудиторные помещения располагаются по адресу:

- г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, корпуса С, Е, Л.
- г. Владивосток, ул. Пушкинская, д. 10



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Высокоинтенсивные методы обработки материалов»
Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение
магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»
Форма подготовки очная

Владивосток

2018

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
	Очн. (2 семестр)			
МОДУЛЬ I. Термомеханические методы сварки				
1	с 24 – по 41 неделю	Освоение Раздела 1 (3 темы); Освоение Раздела 2 (3 темы); Освоение Раздела 3 (2 темы); Освоение интерактивных лекций; Подготовка и выполнение лабораторных работ Подготовка и сдача отчётов. Подготовка к контрольным мероприятиям	52	УО-1 УО-4 ПР-6 ПР-7
2	39 неделя	Текущая аттестация по дисциплине (контрольная работа №1)	2	ПР-2
6	С 42 –по 44 неделю	Итоговая аттестация по дисциплине	36	Экзамен
Итого			90 час.	

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Высокоинтенсивные методы сварки» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

- стимулирование ритмичной учебной, познавательной и творческой деятельности в течение всего семестра;
- совершенствование навыков поиска необходимой научной и учебно-методической литературы;

- совершенствование умений репрезентации подготовленных творческих заданий;

- развитие аналитического мышления и коммуникативных способностей.

При подготовке к практическим занятиям студенты изучают научную, учебную и методическую литературу по соответствующей теме (см. темы занятий практической части курса).

Критерии оценивания представлены в приложении 2 «Фонд оценочных средств».



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Высокоинтенсивные методы обработки материалов»
Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение
магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»
Форма подготовки очная

Владивосток

2018

**Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине «Высокоинтенсивные методы обработки материалов»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-13 - способность разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области машиностроения	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - методы по доводке и освоению технологических процессов; - основные технологические процессы резки; - основные нормативные документы по сварочным материалам, технологиям и процессам сварки и резки; - методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях.
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - чётко и ясно сформулировать и обосновать цель проводимой работы; - составлять основную документацию при проведении основных технологических процессов резки; - использовать основные методики и средства измерений при проверке качества монтажа и наладки при испытаниях; - вводить в эксплуатацию новые образцы изделий, узлов и деталей.
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - техникой безопасности при проведении основных технологических процессов резки; - методами по доводке и освоению технологических процессов; - методами по проверке качества монтажа и наладки при испытаниях.
ОПК-14 - способность выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - существующие средства, методы и способы сбора информации; - основные способы переработки аналитической информации; - прикладные программные средства.
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - применять прикладные программные средства при решении практических вопросов; - решать практические вопросы с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения; - применять программные средства в режиме удаленного доступа.
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа и обобщения информации, полученной в ходе коллективного выполнения задания, с целью выработки итогового решения; - методикой решения оптимизационных задач при выборе параметров режима резки для обеспечения заданной качества и долговечности деталей машин и механизмов.
ПК-2 - способность разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии в машиностроении	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - методы оценки производственных и непроизводственных затрат; - методы оценки качества продукции; - основные способы переработки аналитической информации.
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - оценивать требования качества, надежности и стоимости; - уметь применять термомеханические методы сварки для заданных технических условий; - разрабатывать технологические процессы специальных методов сварки.
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - средствами и методами управления качеством, динамики систем управления качеством; - навыками работы в коллективе, как под руководством коллег, так и в качестве руководителя; - методикой системного проектирования технологических процессов сварки.

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы/ темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
МОДУЛЬ I. Высокоинтенсивные методы обработки материалов					
Раздел I. Основные понятия, классификация, традиционные виды наплавки					
1	Тема 1. Классификация методов обработки материалов	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
2	Тема 2. Традиционные методы наплавки металлов	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, УО-4, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
3	Тема 3. Электроэрозионно-химическая обработка	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-6, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7	
Раздел II. Высокоинтенсивная обработка материалов					
5	Тема 1. Электронно-лучевая сварка и наплавка	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-6, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7	
6	Тема 2. Сварка и наплавка лазером	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-6, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7	
7	Тема 3. Плазменная сварка и наплавка	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-6, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7	
Раздел III. Подводная сварка и резка					
7	Тема 1. Подводная сварка	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-6, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
8	Тема 2. Подводная резка материалов	ОПК-13 ОПК-14 ПК-2	знает	УО-1, ПР-7	УО-1, ПР-6, ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	

Расшифровка кодировок оценочных средств (ОС)

Расшифровка кодировок оценочных средств (ОС)				
№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объёма знаний обучающегося по определённому разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	УО-4	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии,

			собственную точку зрения	полемики, диспута, дебатов
3	ПР-6	Лабораторная работа	Средство для закрепления и практического освоения материала по определённому разделу.	Комплект лабораторных заданий
4	ПР-7	Конспект	Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.	Темы/разделы дисциплины

**Методические рекомендации, определяющие процедуры
оценивания результатов освоения дисциплины**

Критерии оценки презентации доклада

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведён анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована на и/или не последовательна, использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Не использованы технологии PowerPoint. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии PowerPoint частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии PowerPoint. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (PowerPoint и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Критерии оценки (письменный ответ)

100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и

терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

75-61 - балл - фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

60-50 баллов - незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

Критерий оценки (устный ответ)

100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Критерии оценки творческого задания, выполняемого на лабораторном занятии

100-86 баллов выставляется, если студент/группа выразили своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировали его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно - правового характера. Продемонстрировано знание и владение навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа международно-политической практики. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

85-76 - баллов - работа студента/группы характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

75-61 балл - проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и

теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы.

60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы.

Оценочные средства для текущей аттестации студентов

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Высокоинтенсивные методы обработки материалов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Высокоинтенсивные методы сварки» проводится в форме контрольных мероприятий – защита лабораторных работ; предоставление конспекта; представление и защита докладов (как документ и как презентация); контрольные работы (оценивание усвоенных теоретических знаний) – по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Комплект вопросов для собеседования

по дисциплине Высокоинтенсивные методы обработки материалов

Тема 1. Электронно-лучевая сварка и наплавка

1. Основы электронно-лучевой сварки, физические особенности процесса сварки.
2. Схема электронно-лучевой пушки, факторы, влияющие на эффективность электронно-лучевой сварки.
3. Технологические параметры и разновидности электронно-лучевой сварки.
4. Типы соединений при электронно-лучевой сварке.
5. Механизм электронно-лучевой сварки, схема установки, параметры, достоинства этого метода.
6. Технологические приемы повышения производительности и качества швов.
7. Принцип многокамерных установок электронно-лучевой сварки.
8. Опасные и вредные факторы при электронно-лучевой сварке, методы их устранения.
9. Плотность мощности в пятне нагрева сварочных источников теплоты.

Тема 2. Сварка и наплавка лазером

10. Основы работы лазера. Механизм получения излучения, виды излучателей, виды накачки.
11. Основы сварки лазером. Схема твердотельного лазера.
12. Основы работы газового лазера. Характеристика активной лазерной среды, рабочие длины волн.
13. Характеристика мощных технологических лазеров серии ТЛ-3.
14. Волноводные трубчатые СО₂ лазеры.
15. Микросварка, мини-сварка, макросварка в мощных технологических лазерах.
16. Импульсная и непрерывная лазерная сварка.
17. Два механизма лазерной резки.
18. Факторы, влияющие на лазерную резку алюминия и его сплавов, меди и латуни.
19. Особенности резки таких материалов как текстолит, стеклотекстолит, гетинакс, сотовый полипропилен, а также керамики или стекла.
20. Лазерная наплавка оплавлением предварительно нанесенных порошков.
21. Лазерная наплавка с боковой подачей газопорошковой смеси.
22. Лазерная наплавка с коаксиальной подачей газопорошковой смеси.
23. Наплавка плоских поверхностей.
24. Наплавка цилиндрических поверхностей.
25. Прототипирование трехмерных деталей.

Тема 3. Плазменная сварка и наплавка

26. Характеристика плазмы и классификация и устройство плазмотронов.
27. Принцип действия плазмотрона, дуга прямого действия, дуга косвенного действия
28. Плазмообразующие газы при сварке и резке.
29. Характеристика микроплазменной сварки.
30. Характеристика плазменной сварки на средних токах.
31. Характеристика плазменной сварки на больших токах.
32. Область применения плазменной сварки.
33. Методы плазменной наплавки.

34. Преимущества плазменной наплавки.
35. Наплавка плоских и цилиндрических поверхностей.

Тема 4. Электроэрозионная обработка металлов

36. Сущность электроэрозионной обработки.
37. Материал электрод-инструмента.
38. Требования к рабочим жидкостям.
39. Общая характеристика процесса электроэрозионной обработки.
40. Типовые операции электроэрозионной обработки.
41. Электрохимические методы обработки металлов.

Критерии оценки:

100 баллов выставляется студенту, если выполнено следующее:

30 баллов, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

30 баллов, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

20 баллов, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

20 баллов, если студент проявляет научно-интеллектуальную активность по заданной теме на занятии.

Составитель _____ В.Н.Стаценко

« ___ » _____ 2018 г.

Для оценки качества освоения дисциплины используются тесты, содержащие следующие вопросы:

Тестовое задание №1

по дисциплине Высокоинтенсивные методы обработки материалов

Раздел 2. Высокоинтенсивная обработка материалов

Тема 2. Сварка и наплавка лазером

1. Чем определяется монохроматичность лазерного излучения?
 1. видом активной среды (излучателя).
 2. строго параллельным направлением движения «элементарных волн».
 3. минимальным разбросом частоты излучения относительно среднего значения и малым углом расходимости луча.
 4. длиной волны излучения.

2. Какой вид активных сред используется в мощных технологических лазерах?
 1. твердотельная.
 2. газовая.
 3. полупроводниковая.
 4. волоконнооптическая.

3. Излучение какой активной среды можно сфокусировать до минимальных размеров?
 1. твердотельная.
 2. газовая.
 3. полупроводниковая.
 4. волоконнооптическая.

4. Какие материалы возможно резать лазерным лучом?
 1. только металлы.
 2. только неметаллы.
 3. металлы и неметаллы.
 4. прозрачные материалы.

5. Какие материалы плохо резать лазерным лучом?
 1. цветные металлы.
 2. керамика и древесина.
 3. с низкой степенью черноты и прозрачные.
 4. с высокой степенью черноты и непрозрачные.

6. Каков КПД твердотельных лазеров?
 1. 0,1 – 0,5 %.
 2. 1 – 5 %.
 3. 10 – 50 %.
 4. 50 -70 %.

7. Каков КПД полупроводниковых лазеров?
 1. 0,1 – 0,5 %.
 2. 1 – 5 %.

3. 10 – 50 %.

4. 50 -70 %.

8. Каков КПД газовых лазеров?

1. 0,1 – 0,5 %.

2. 1 – 5 %.

3. 10 – 50 %.

4. 50 -70 %.

Критерии оценки:

100 баллов выставляется студенту, если выполнено следующее:

30 баллов, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

30 баллов, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

20 баллов, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

20 баллов, если студент проявляет научно-интеллектуальную активность по заданной теме на занятии.

Составитель _____ В.Н.Стаценко

«__» _____ 2018 г.

Вопросы для контрольной работы

по дисциплине Высокоинтенсивные методы обработки материалов

1. Схема электронно-лучевой пушки, факторы, влияющие на эффективность электронно-лучевой сварки.
2. Технологические параметры и разновидности электронно-лучевой сварки.
3. Типы соединений при электронно-лучевой сварке.
4. Механизм электронно-лучевой сварки, схема установки, параметры, достоинства этого метода.
5. Технологические приемы повышения производительности и качества швов.
6. Принцип многокамерных установок электронно-лучевой сварки.
7. Основы работы лазера. Механизм получения излучения, виды излучателей, виды накачки.
8. Основы сварки лазером. Схема твердотельного лазера.
9. Основы работы газового лазера. Характеристика активной лазерной среды, рабочие длины волн.
10. Характеристика мощных технологических лазеров серии ТЛ-3.
11. Волноводные трубчатые СО₂ лазеры.
12. Микросварка, мини-сварка, макросварка в мощных технологических лазерах.
13. Импульсная и непрерывная лазерная сварка.
14. Два механизма лазерной резки.
15. Факторы, влияющие на лазерную резку алюминия и его сплавов, меди и латуни.
16. Особенности резки таких материалов как текстолит, стеклотекстолит, гетинакс, сотовый полипропилен, а также керамики или стекла.
17. Лазерная наплавка оплавлением предварительно нанесенных порошков.
18. Лазерная наплавка с боковой подачей газопорошковой смеси.
19. Лазерная наплавка с коаксиальной подачей газопорошковой смеси.
20. Наплавка плоских поверхностей.
21. Наплавка цилиндрических поверхностей.
22. Прототипирование трехмерных деталей.
23. Характеристика плазмы и классификация и устройство плазмотронов.
24. Принцип действия плазмотрона, дуга прямого действия, дуга косвенного действия
25. Плазмообразующие газы при сварке и резке.
26. Характеристика микроплазменной сварки.
27. Характеристика плазменной сварки на средних токах.
28. Характеристика плазменной сварки на больших токах.
29. Область применения плазменной сварки.
30. Методы плазменной наплавки.
31. Преимущества плазменной наплавки.
32. Наплавка плоских и цилиндрических поверхностей.
33. Сущность электроэрозионной обработки.
34. Материал электрод-инструмента.
35. Требования к рабочим жидкостям.
36. Общая характеристика процесса электроэрозионной обработки.
37. Типовые операции электроэрозионной обработки.
38. Электрохимические методы обработки металлов.
39. Условия образования газового пузыря в воде.
40. Особенности подводной сварки.
41. Сварочные материалы для подводной сварки.

42. «Сухой и мокрый» вид работ.
43. Факторы, влияющие на качество сварного шва при подводной сварке.
44. Ручная и механизированная подводная сварка.
45. Виды сварочных материалов и оборудования при подводной резке.
46. Расходы материалов при подводной резке.

Критерии оценки:

100 баллов выставляется студенту, если выполнено следующее:

30 баллов, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

30 баллов, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

20 баллов, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

20 баллов, если студент проявляет научно-интеллектуальную активность по заданной теме на занятии.

Составитель _____ В.Н.Стаценко

«__» _____ 2018 г.

**Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии
по дисциплине Высокоинтенсивные методы обработки материалов**

№	Тема	Рассматриваемые вопросы
1	Технология применения электронно-лучевой сварки (ЭЛС)	<p>1. Мощность луча, испарение металла, глубина проплавления, образование кратера (два вида процессов).</p> <p>2. Технология ЭЛС: - сочетания свариваемых материалов; - присадочные материалы; - основные параметры режимов пушки; - технологические параметры ЭЛС; - типы соединений; - сварка с глубинным проплавлением; - сварка с присадочным материалом; - прецизионная сварка; - типы кольцевых соединений; - технологические приемы повышения производительности и качества швов (развертка, наклон луча, модуляция тока, присадочный пруток, ...).</p> <p>3. Оборудование ЭЛС: - способы получения луча (пучка); - описание и технические характеристики установок а) СА-330, СА-340, СА-413; б) СА-424, СА-445, СА-451; в) СА-252, СА-508, СА-613, СА-472. Электронно-лучевая сварочная установка ЭЛТУ-60.15/1.1.</p> <p>4. Опасные и вредные факторы при ЭЛС, методы их устранения. Правила безопасности при использовании ЭЛС.</p> <p>5. Применение ЭЛС.</p> <p>6. Общая характеристика ЭЛС, условия получения луча, физические эффекты получения пучка электронов, виды воздействия на поверхность.</p>
2	Технология применения лазерной (ОКГ) сварки (ЛС)	<p>1. Когерентный луч, его особенности (монохроматичность, взаимная когерентность двух волн, ...).</p> <p>2. Основы работы лазера (индуцированное или вынужденное излучение), ОКГ, лазер – мазер, наличие резонатора, получение активных атомов, воздействие луча с разной длиной волны (от 1 до 15 мкм) на обрабатываемую поверхность, возможность фокусировки. Состав лазера: - активная среда; - система накачки; - резонатор (интерферометр Фабри-Перо); - устройство вывода энергии из резонатора; - система управления концентрацией энергии и пространственной ориентацией.</p> <p>3. Твердотельные лазеры – состав активной среды, ее размеры, вид накачки, питание генератора накачки, непрерывный и импульсный режимы, мощность, длина волны, КПД.</p> <p>4. Газовые лазеры – вид активной среды, форма и размеры трубки, состав газовой среды, длина волны различных газов, вид накачки (элек. разряд). 3 группы газовых лазеров: атомные (на водороде, неоне, гелий+неон), ионные (аргоновый, ксеноновый, криптоновый, ..), молекулярные (углекислый газ+азот+гелий), длины волн, мощности и КПД этих групп. Схема газового лазера большой мощности. Эксимерный лазер является самым мощным источником ультрафиолетового излучения.</p> <p>5. Полупроводниковые лазеры – излучательные квантовые переходы, перестройка длин волн (0,32-32 мкм), мощность и КПД (до 50%). Методы накачки (инжекция носителей тока, пучком быстрых электронов, оптическая, пробой в электрическом поле). Применение.</p> <p>6. Мощные технологические лазеры – а) CO₂с поперечной прокачкой газовой среды: ТЛ-1,5, ТЛ-3, ТЛ-5М и др.; б)</p>

		<p>волноводные трубчатые CO₂: серии ТЛВ-700, МТЛ-2,5 и др.; в) твердотельные: ЛТН-101, ЛТН-501, «Квант-15», «Фотон-500», МЛТИ-1200 и др. современные установки. Привести схемы, виды излучения (импульсное, непрерывное), характеристики (мощность, длина волны, КПД, габариты и др.).</p> <p>7. Лазерная сварка - сочетания свариваемых материалов; схемы и режимы сварки. Лазеры импульсного и непрерывного действия, шов кинжального типа, незначительные деформации, точность изготовления, особенности глубины проплавления и мощности, сварка неметаллических материалов (стекло, керамика,...). Сварка с непрерывным излучением и разными длинами волн, с импульсно-периодическим излучением, с длительным импульсом. Сварка с глубоким проплавлением и сварка малых толщин, сварка с присадочным материалом. Стыковые, нахлесточные угловые соединения, сварка тонких деталей с массивными. Сварка прорезными швами. Основные технологические параметры сварки. Защита от окисления.</p> <p>8. 8. Метод повышения эффективности сварки - импульсно-периодическая сварка за счет осциллирования лазерного излучения. Лазерная сварка с применением импульсной подачи дополнительного газа-повышение эффективности проплавления</p>
3	Технология применения лазерной (ОКГ) наплавки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наплавка плоских поверхностей. 2. Наплавка цилиндрических поверхностей (валов, ...). 3. Схемы наплавки, последовательность операций, режимы наплавки, используемые материалы, сочетания материалов. 4. Достоинства, недостатки. Области применения.
4	Технология применения плазменной сварки (ПС)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Плазма-понятие, сущность плазменной сварки, способы получения плазменных струй, сварка плазменного и плазменно-дугового воздействия. Сжатая дуга косвенного воздействия, ее КПД, дуга прямого воздействия, ее КПД. 2. В инженерной практике используются две основные принципиальные схемы дуговых плазменных горелок – прямого и косвенного действия. Основное достоинство сжатой дуги, двойное дугообразование, получение более узких швов. Разновидности плазменной сварки – на постоянном токе прямой полярности, сжатой дугой в аргоне обратной полярности, дугой переменного тока, сварка алюминия применением ассиметричного переменного тока прямоугольной формы, сварка сжатой трехфазной дугой, сварка с аксиальной подачей плавящегося электрода через неплавящийся полый медный цилиндрический электрод, микроплазменная сварка (ток 0,1-15 А). 3. Технология сварки, технологические параметры плазменной сварки (плазмообразующий газ, мощность, расход газа, КПД, температура плазмы). Основными параметрами регулирования тепловых характеристик плазменной струи являются: сила тока, длина дуги, расход плазмообразующего газа. 4. Плазменная сварка проникающей и непроникающей дугой, режимы сварки (марка и толщина материала, ток, напряжение, скорость сварки, диаметр сопла, расход газов). Широкое распространение получает сварка проникающей плазменной дугой («в замочную скважину»), когда вольфрамовый электрод заглублен. Источники питания в непрерывном и импульсном режимах. 5. Оборудование для плазменной сварки – универсальные и

		<p>специализированные установки для РДС и механизированной сварки, горелки или плазмотроны, плавящиеся и неплавящиеся электроды, сопла. Типы и конструкции неплавящихся электродов, составы плазмообразующих газов. Источники электропитания, их характеристики, система управления. Установки для РДС низкоуглеродистых и низколегированных сталей УПРС-300-2, УПРС-300-3 и др. современные установки. Характеристика этих установок (марка, ток, толщина материала, расход газа и др.). Характеристика плазмотронов (марка плазмотрона, ток, напряжение, расход газа и др.). Аппараты для сварки черных и цветных металлов (алюминий, магний, их сплавы) толщиной 0,1-3 мм.</p> <p>6. Опасные и вредные факторы при плазменной сварке, методы их устранения.</p> <p>7. Преимущества плазменной сварки: по сравнению с аргонодуговой - по проплавляющей способности, по чувствительности к изменению длины дуги и др. Существенные недостатки плазменной сварки - образование двойной дуги и др.</p> <p>8. Области применения плазменной сварки - авиа-, ракето-, приборостроение и др.</p>
5	Технология применения плазменной наплавки (ПН)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наплавка плоских поверхностей. 2. Наплавка цилиндрических поверхностей (валов, ...). 3. Схемы наплавки, последовательность операций, режимы наплавки, используемые материалы, сочетания материалов. 4. Достоинства, недостатки. Области применения.
6	Электроэрозионная обработка металлов (ЭЭОМ)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электроимпульсная обработка, электрическая эрозия, определения электроискрового и электроимпульсного режима. Общее описание процесса ЭЭО. Первая стадия эрозионного процесса – пробой, вторая стадия - проводимость газового пузыря, третья стадия - прекращение тока. 2. Основные закономерности процесса ЭЭО. Основные технологические показатели процесса – производительность, оптимальное сочетание факторов, зависимость: производительность - площадь обработки - мощность. Влияние производительности от глубины внедрения электроинструмента. Влияние на производительность свойств рабочей среды. 3. Многоэлектродная обработка, точность обработки деталей, качество поверхности. 4. Электроэрозионное оборудование. Проволока для резки. Компонировка. Станки для электроэрозионной обработки, механическая часть, генератор импульсов - релаксационные, машинные, магнитонасыщенные, ламповые и полупроводниковые генераторы. Известно 2 вида генераторов этого типа: на основе инверторов и широкодиапазонный. 5. Регуляторы подачи электрода-инструмента. Система очистки и подачи рабочей жидкости. Механическая часть станков. Станки для электроконтактной обработки на воздухе и установки для упрочнения и легирования. 6. Прошивочные станки (прошивание отверстий), маркирование, шлифование, объемное копирование, упрочнение, вырезание. Схемы и технические характеристики станков.

7	Электроэрозионно-химическая обработка (ЭЭХО).	<p>1. Электроэрозионно-химическая обработка, определения электроэрозионно-химического режима. Общее описание процесса ЭЭХО.</p> <p>2. Основные закономерности процесса ЭЭХО. Основные технологические показатели процесса.</p> <p>3. Оборудование. Компоновка. Станки для электроэрозионно-химической обработки. Вида генераторов.</p> <p>4. По технологическим признакам устанавливаются следующие виды ЭЭХО: отрезка (ЭЭОт), объемное копирование (ЭЭОК), вырезание (ЭЭВ), прошивание (ЭЭПр), шлифование (ЭЭШ), доводка (ЭЭД), маркирование(ЭЭМ), упрочнение (ЭЭУ).</p>
---	---	---

Критерии оценки:

100 баллов выставляется студенту, если выполнено следующее:

30 баллов, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

30 баллов, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

20 баллов, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

20 баллов, если студент проявляет научно-интеллектуальную активность по заданной теме на занятии.

Составитель _____ В.Н.Стаценко

« ___ » _____ 2018 г.

Оценочные средства для промежуточной аттестации студентов

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Высокоинтенсивные методы обработки материалов» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В зависимости от вида промежуточного контроля по дисциплине и формы его организации могут быть использованы различные критерии оценки знаний, умений и навыков.

Вид промежуточной аттестации, предусмотренный по данной дисциплине – экзамен, в устной и письменной формах, с использованием следующих оценочных средств:

- контрольные работы;
- устный опрос в форме собеседования;
- выполнение лабораторных работ;
- самостоятельная работа.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине

«Высокоинтенсивные методы обработки материалов»

Баллы	Оценка зачёта/экзамена	Требования к сформированным компетенциям
100-86	«зачтено» / «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76	«зачтено» / «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	«зачтено» / «удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине «Высокоинтенсивные методы обработки материалов»

Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение

магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»

Форма подготовки очная

Владивосток

2018

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Дальневосточный федеральный университет
Инженерная школа

ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Составители
В.Н. Стаценко, В.В. Романова

Учебное электронное издание
Учебное пособие для вузов



Владивосток
Дальневосточный федеральный университет
2018

УДК 621.791/03(075.8)

БК 30.316-5я73

В93

Рецензенты: *А.В. Надежкин*, д.т.н., профессор кафедры двигателей внутреннего сгорания (Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток);

В.Е. Лелюхин, к.т.н., доцент кафедры технологий промышленного производства Инженерной школы (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток).

Авторы: **Стаценко Владимир Николаевич**, д.т.н., профессор кафедры сварочного производства,

Романова Виктория Вячеславовна, магистрант кафедры сварочного производства.

Инженерная школа (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток).

Стаценко В.Н., Романова В.В. Высокоинтенсивные методы обработки материалов: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. – Электрон.дан. – Владивосток: Дальневост. федерал.ун-т, 2018. [91 с.]. – 1 CD. – Систем.требования: процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD); оперативная память от 1 ГБ, Windows (XP; Vista; 7 и т.п.); AcrobatReader, FoxitReader либо любой другой их аналог. – ISBN 978-5-7444-3800-5

В учебном пособии рассмотрены общая характеристика, физические эффекты, условия получения излучения, а также технология применения и оборудование электронно-лучевой сварки, лазерной сварки, резки и наплавки. Также приведены данные по технологии применения плазменной сварки, резки и наплавки, рассмотрены опасные и вредные факторы использования этих видов обработки материалов. Даны понятия электрической эрозии, основные закономерности процессов электроимпульсной и электроэрозионно-химической обработки материалов.

Предназначено для магистрантов по направлению 15.04.01 «Машиностроение».

Ключевые слова: электронно-лучевая сварка, лазерная сварка, наплавка и резка, основы работы, технология применения, плазменная сварка, наплавка, резка, электроэрозионная обработка.

Key words: Electron beam welding, laser welding, surfacing and cutting, the basics of work, the technology of application, plasma welding, surfacing, cutting, electroerosion and electroerosion-chemical processing.

Рекомендовано Учебно-методическим советом Инженерной школы ДВФУ

Редактор Н.С. Мун

Дизайн, верстка Г.П. Писаревой

Опубликовано: 25.04.2017

Объем 4,3 МБ [Усл. печ. л. 12,8]

Тираж 30 экз.

Издание подготовлено редакционно-издательским отделом Инженерной школы ДВФУ

[Кампус ДВФУ, корп. С, каб.С714]

Дальневосточный федеральный университет

690950, Владивосток, ул. Суханова, 8

Изготовитель CD: типография Дирекции публикационной деятельности

690950, Владивосток, ул. Пушкинская, 10

Защищено от копирования

© Стаценко В.Н., Романова В.В., 2017

© ФГАОУ ВО «ДВФУ», 2017

ISBN978-5-7444-3800-5

Содержание

Введение.....	3
1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ.....	5
1.1. Общая характеристика ЭЛС, условия получения луча.....	5
1.2. Технология ЭЛС.....	10
1.3. Оборудование ЭЛС.....	15
1.4. Опасные и вредные факторы при ЭЛС, методы их устранения.....	20
1.5. Применение ЭЛС.....	21
2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ (ОКГ) СВАРКИ И РЕЗКИ.....	23
2.1. Когерентный луч, его особенности.....	Ошибка! Закладка не определена
2.2. Основы работы лазера.....	Ошибка! Закладка не определена
2.3. Твердотельные лазеры.....	27
2.4. Газовые лазеры.....	29
2.5. Полупроводниковые лазеры.....	Ошибка! Закладка не определена
2.6. Мощные технологические лазеры.....	34
2.7. Лазерная сварка.....	37
2.8. Лазерная резка.....	41
2.9. Технология применения лазерной наплавки.....	45
2.9.1 Схемы наплавки, последовательность операций, режимы наплавки, используемые материалы, сочетания материалов.....	45
2.9.2 Наплавка плоских поверхностей.....	48
2.9.3 Наплавка цилиндрических поверхностей.....	49
2.9.4. Прототипирование трехмерных деталей.....	51
2.9.4 Достоинства по сравнению с традиционными способами наплавки, недостатки.	
Области применения.....	55
2.10. Лазерная технологическая установка LRS-150AU.....	58
3 ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ СВАРКИ.....	Ошибка! Закладка не определена
3.1. Характеристика плазмы и устройство плазмотронов.....	Ошибка! Закладка не определена
3.2. Технология плазменной сварки.....	64
3.2.1. Характеристика, основные параметры и виды плазменной сварки.....	64
3.2.2. Характеристика микроплазменной сварки.....	65
3.2.3. Характеристика плазменной сварки на средних токах.....	66
3.2.4. Характеристика плазменной сварки на больших токах.....	67
3.2.5. Преимущества и недостатки плазменной сварки.....	68
3.2.6. Область применения плазменной сварки.....	68
3.3. Технология плазменной резки.....	69
3.3.1. Разновидности плазмотронов для резки металлов.....	69
3.3.2.Технология и режимы резки.....	71
3.3.3.Плазменная резка с использованием воды.....	74
3.3.4. Источники питания. Оборудование для плазменной резки.....	81
3.3.5. Опасные и вредные факторы при плазменной резке, методы их устранения.....	84
3.3.6. Преимущества плазменной резки по сравнению с другими термическими способами.....	85
3.3.7. Области применения плазменной резки.....	88
3.4. Технология применения плазменной наплавки.....	90
1. ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ.....	98

4.1. Сущность электроэрозионной обработки.....	98
4.2. Рабочая среда, электроды-инструменты.....	99
4.3. Электроэрозионные станки.....	100
4.4. Общая характеристика процесса электроэрозионной обработки.....	101
4.5. Типовые операции электроэрозионной обработки.....	101
4.6. Электроэрозионно-химическая обработка	103
4.7. Электрохимические методы обработки.....	105
Список литературы.....	107