

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(КНИТУ – КАИ)

Корпоративный институт



УТВЕРЖДАЮ:
Директор Корпоративного института

А.В.Гимбицкий

10.10 2023 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ
«Оборудование и технология сварочного производства»

ПО НАПРАВЛЕНИЮ

«Машиностроение»

Наименование присваиваемой квалификации – специалист по оборудованию
и технологии сварочного производства

1. Основные характеристики программы

Соответствие профессиональным стандартам	<i>Программа составлена с учетом профстандарта утвержден приказом Минтруда России от 04.09.2021 г. № 472н, рег.№ 61, вид проф. деятельности 40.013</i>
Соответствие квалификационным требованиям	<i>Программа составлена с учетом приказа Минздравсоцразвития РФ от 11.01.2011 N 1н «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих», раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования»</i>
Категория слушателей	Лица, имеющие и/или получающие высшее профессиональное образование
Срок обучения	260 часов
Форма обучения	Очная/очно-заочная, с применением дистанционных технологий

2. Цель реализации программы:

является удовлетворение потребностей личности в овладении знаний в области гуманитарных, социальных, экономических, математических и естественно-научных и профессиональных дисциплин, позволяющего выпускнику успешно работать в соответствующей сфере деятельности, обладать универсальными и профессиональными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и востребованности на рынке труда. Достижение цели обеспечивается методической, организационной, кадровой и материально-технической составляющими учебного процесса, отвечающего требованиям мирового уровня образования в данной предметной области.

3. Требования к результатам обучения

Слушатель, освоивший программу, должен:

2.1. Обладать следующими компетенциями

- разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий, участвовать в модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения, производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства;
- выбирать и эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства автоматизации, контроля, диагностики, управления, алгоритмы и программы выбора и расчета параметров технологических процессов, технических и эксплуатационных характеристик машиностроительных производств, а также средства для реализации производственных и технологических процессов изготовления машиностроительной продукции;
- организовывать и эффективно осуществлять контроль качества материалов, средств

технологического оснащения, технологических процессов, готовой продукции, разрабатывать мероприятия по обеспечению необходимой надежности элементов машиностроительных производств при изменении действия внешних факторов, снижающих эффективность их функционирования, планировать мероприятия по постоянному улучшению качества машиностроительной продукции.

2.2. Знать:

основные простейших математических операций, теорем, утверждений и методов теоретического исследования в типовых случаях, изучаемых во всех разделах дисциплины; основных законов физики, химии; типовые задачи статики, кинематики и динамики; атомного строения вещества, основ кристаллографии; основных одномерных уравнений гидравлики; основных законов естественнонаучных дисциплин при разработке технологических процессов сварки плавлением.

2.3. Уметь:

выполнять простейшие математические операции, решать простейшие типовые задачи, использовать методы теоретического исследования и методы обоснования правильности решения задач; применять основные законы физики для представления модели физического объекта; использовать законы химии в профессиональной деятельности; решать типовые задачи статики, кинематики и динамики; использовать знания атомного строения вещества, основ кристаллографии; использовать законы естественнонаучных дисциплин при разработке процессов сварки плавлением и давлением.

2.4. Владеть:

основными простейшими математическими операциями, теоремами; навыками корректного употребления математических понятий и символов; минимальными навыками экспериментального исследования в профессиональной деятельности; основных законов химии в профессиональной деятельности; методикой выбора стандартных способов решения задач статики, кинематики и динамики; применения знаний основ кристаллографии к оценке свойств сталей; понимание типовой методики вывода основных законов механики жидкости и газа; методами теоретического и экспериментального исследования при разработке сварочных процессов.

4. Содержание программы

Календарный учебный график

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

дополнительной образовательной программы профессиональной переподготовки по направлению

«Машиностроение»

Категория слушателей: инженерно-технические работники предприятий

Срок обучения: 20 недель

Форма обучения: заочная, с применением дистанционных технологий.

Режим занятий: не более 6 часов/день.

Объем программы: 260 часов.

№	Наименование разделов и тем	Всего часов	В том числе		Формы контроля
			лекции	практические занятия	
1	Материаловедение. Технология конструкционных материалов	16	12	4	зачет
2	Расчет и проектирование сварных соединений	30	20	10	экзамен
3	Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного производства	32	20	12	экзамен
4	Материалы и их поведение при сварке	30	22	8	экзамен
5	Физико-химические процессы при сварке	10	6	4	зачет
6	Технологическая подготовка сварочного производства	14	7	7	зачет
7	Диагностика и контроль качества сварных соединений	30	20	10	экзамен
8	Технологическая сборочно-сварочная оснастка	20	10	10	зачет
9	Специальные методы соединения материалов	18	12	6	зачет
10	Нормативная база сварочного производства	10	6	4	зачет
11	Технология и оборудование для сварки плавлением и давлением	30	22	8	экзамен
	Итоговая аттестация	20	0	20	Собеседование
	ИТОГО	260	157	103	

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

дополнительной образовательной программы профессиональной переподготовки по направлению
«Машиностроение»

2.2 Содержание дисциплины

Раздел 1. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ТЕМА 1.1. Структура материалов

Предмет науки материаловедения: изучение связей между составом, структурой и свойствами материалов, а также закономерностей их изменения под влиянием внешних факторов воздействия при получении, обработке и эксплуатации. Современная классификация материалов: металлы и их сплавы, полимеры и пластмассы, керамика, композиционные материалы. Понятие структура материалов. Аморфное и кристаллическое строение материалов. Типы элементарных ячеек металлов. Параметры элементарных ячеек. Дефекты кристаллического строения. Точечные, линейные, поверхностные, объемные дефекты. Теоретическая и реальная прочность монокристаллов.

ТЕМА 1.2. Деформация и разрушение материалов

Виды напряжений. Упругая и пластическая деформация материалов. Закономерности упругой и пластической деформации монокристаллов, поликристаллических металлов и двухфазных сплавов. Дислокационная теория пластической деформации металлов. Структура и свойства деформированного металла. Текстура деформации на микро- и макроуровне. Понятие возврат и рекристаллизация. Температура рекристаллизации и ее зависимость от состава и степени чистоты металла. Первичная и вторичная рекристаллизация. Сверхпластичность металлов. Разрушение металлов.

ТЕМА 1.3. Механические свойства конструкционных материалов

Механические свойства конструкционных материалов. Диаграмма деформирования металлов и пластмасс при растяжении. Характеристики прочности и пластичности, определяемые по диаграмме растяжения: предел пропорциональности, условный предел упругости, физический и условный предел текучести, временное сопротивление, модуль Юнга, модуль сдвига, относительное удлинение, относительное сужение, коэффициент Пуассона. Удельная ударная вязкость. Твердость. Методы измерения твердости. Связь твердости и прочности в металлических сплавах. Особенности механического поведения полимеров, керамики под нагрузкой.

ТЕМА 1.4. Основы теории термической обработки металлических сплавов

Классификация и назначение видов термической обработки металлических сплавов:

отжиги 1 и 2 рода по Бочвару, закалка, старение, отпуск, нормализация. Термическая обработка сталей. Диаграмма фазового равновесия железо-углерод (цементит). Основные фазы в углеродистых сталях. Их свойства. Классификация и маркировка углеродистых сплавов. Влияние углерода и постоянных (технологических) примесей на свойства стали. Превращение перлита при нагреве. Понятие о наследственном и действительном зерне. Влияние величины зерна на механические и технологические свойства стали. Превращение переохлажденного аустенита. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Диффузионное и промежуточное превращение. Строение и свойства диффузионных и промежуточных фаз. Критическая скорость закалки и факторы, влияющие на нее. Мартенсит, его строение и свойства. Влияние углерода на критические точки мартенситного превращения и твердость мартенсита. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. Виды, назначение отпуска стали. Превращения закаленной стали при отпуске. Термоулучшение стали. Использование отжигов первого и второго рода для формирования структуры свойств на стадиях обработки заготовки. Технологические свойства стали: закаливаемость и прокаливаемость. Химико-термическая обработка стали.

ТЕМА 1.5. Основы теории легирования железа

Классификация легирующих элементов стали по влиянию на положение точки полиморфного превращения железа и по возможности карбидообразования. Влияние легирующих элементов на процесс аустенитизации и величину зерна, положение точки начала мартенситного превращения, прокаливаемость и закаливаемость стали. Классификация легированных сталей по типу структуры, получаемой при охлаждении на воздухе (по Гийе), по степени легирования, области применения. Основные группы машиностроительных сталей конструкционного назначения. Краткая характеристика составов, свойств.

ТЕМА 1.6. Конструкционная прочность материалов

Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Понятие «конструкционная прочность материалов» и критерии ее оценки: жаропрочность (длительная прочность, предел ползучести), коррозионная стойкость, жаростойкость, износостойкость, сопротивление усталости (предел выносливости, усталостная долговечность). Трещиностойкость материалов. Закономерности вязкого и хрупкого разрушения. Критерии, характеризующие переход от вязкого к хрупкому разрушению. Хладноломкость. Методы повышения конструкционной прочности материалов. Поверхностное пластическое деформирование, поверхностная закалка, шлифование, нанесение покрытий, обработка ультразвуком, лазерное модифицирование и т. п. Основы рационального выбора стали для деталей машин, механизмов и методов упрочнения деталей машин.

ТЕМА 1.7. Цветные металлы и сплавы на их основе

Алюминий. Легирующие элементы для алюминия. Классификация алюминиевых сплавов. Термическая обработка термоупрочняемых алюминиевых сплавов: отжиг, закалка, старение, обработка на возврат. Основные классы деформируемых и литейных алюминиевых сплавов. Примеры маркировок алюминиевых сплавов. Титан и сплавы на его основе. Легирующие элементы для титана. Классификация титановых сплавов по структуре, свойствам, назначению. Примеры маркировок, области применения. Никель и сплавы на его основе. Поликристаллические сплавы, сплавы направленной кристаллизации и моносплавы литейного назначения. Деформируемые никелевые сплавы. Основные свойства, область применения. Примеры маркировок. Медь и сплавы на ее основе: бронзы, латуни.

ТЕМА 1.8. Композиционные материалы

Отличительные особенности композиционного материала от дисперсотвердеющих металлических сплавов, пластмасс. Классификация композиционных материалов по видам матриц и наполнителей, схеме армирования. Свойства композиционных материалов в зависимости от свойств матрицы, наполнителя, объемной доли наполнителя, геометрических параметров наполнителя, способа армирования. Виды матриц. Матрицы на основе термореактивных полимеров - фенолоформальдегидных, эпоксидных и полиэфирных смол. Состав, структура, механизм отверждения, важнейшие свойства и применение. Металлические матрицы: алюминий, магний, титан, никель и их сплавы. Важнейшие типы волокнистых наполнителей, их свойства. Проблемы термомеханической и кинетической совместимости матриц и наполнителей. Свойства некоторых композиционных материалов на полимерной и металлической матрицах.

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ТЕМА 1. Типовые металлургические процессы и заготовки

Машиностроительная продукция, ее состав и элементы. Производственный процесс, технологический процесс изготовления продукции. Типы производства: единичное, серийное, массовое. Исходные материалы и заготовки для изготовления элементов конструкций: сортовой прокат (прутки круглые, шестигранные), трубы, панели, листы, проволока, лента, фольга, полоса. Сравнительная характеристика металла по методам выплавки. Точность размеров формы, расположения поверхностей заготовок и деталей. Технологические методы обработки заготовок: формообразующие (литье, порошковые технологии, аддитивные, ковка, штамповка, прокатка, резание, электроэрозионная обработка, электрохимическая обработка, шлифование); соединение (сварка, пайка, напыление, осаждение). Понятие о прогрессивности технологических процессов,

заготовок. Коэффициент использования металла, коэффициент использования заготовки, качество заготовок.

ТЕМА 2. Порошковые технологии

Механические и физико-химические методы получения порошков: дробление, размол, диспергирование, восстановление, электролиз, термодиффузионное насыщение, испарение и конденсация, межкристаллитная коррозия, карбонильный метод. Методы получения композиционных порошков: плакирование, конгломерирование, распыление, золь-гель процессы, плазмохимический синтез. Химические, физические и технологические свойства порошков: фракция и гранулометрический состав, удельная поверхность, пикнометрическая плотность, форма порошков, угол естественного откоса, насыпная плотность, плотность утряски, текучесть, уплотняемость, прессуемость, формуемость. Методы компактирования порошков. Прессование в металлических пресс-формах. Схемы прессования. Шликерное формование. Изостатическое формование: гидро-, газостатическое прессование, формование в толстостенных эластичных оболочках. Спекание материалов. Общая характеристика процесса. Стадии жидкофазного и твердофазного спекания. Процессы рекристаллизации при спекании. Уплотнение при нагреве. Особенности спекания многокомпонентных систем. Горячее прессование. Классификация аддитивных технологий, использующих энергию света, плазмы, электронного луча. Селективное лазерное спекание металлических, керамико-металлических порошков. Оборудование для аддитивных технологий.

ТЕМА 3. Технологии литейного производства

Физические основы и классификация методов формообразования заготовок литьем. Литейные свойства сплавов. Влияние литейных свойств сплавов на качество отливок. Тепловое, силовое и физико-химическое взаимодействие отливки и литейной формы. Процессы, происходящие при заполнении литейной формы, затвердевании расплавленного металла и его охлаждении. Влияние структуры отливок на их свойства. Литейная форма, ее элементы и назначение. Требования, предъявляемые к литейным формам. Классификация литейных форм. Способы литья: в песчано-глинистые формы; специальные (точные) виды литья: в оболочковые формы, литье по выплавляемым моделям, в металлические формы, центробежное литье, литье под давлением. Плавка металла, заполнение литейной формы, выбивка отливок из формы, очистка отливок. Контроль качества отливок. Исправление дефектов отливок. Основы конструирования отливок. Учет литейных свойств сплавов (жидкотекучести, усадки), уровня напряжений в отливке, направленности кристаллизации, технологии изготовления литейных форм (выбора разъема литейных форм, конструктивных уклонов, крепления литейных стержней в литейной форме, удобства извлечения модели из литейной формы и стержней из

отливки) при различных способах литья. Выход годного и КИМ. Выбор способа литья в зависимости от группы сплава и условий работы литой детали.

ТЕМА 4. Технологии обработки металлов давлением

Физические основы методов обработки металлов давлением. Закономерности и характеристики технологической пластичности материалов. Закономерности пластической деформации и ограничение технологических регламентов. Нагрев заготовок перед деформацией и сопутствующие ему явления. Требования, предъявляемые к процессу нагрева заготовок. Способы нагрева и типы нагревательных устройств. Характеристика методов обработки металлов давлением: горячая объемная штамповка, холодная объемная штамповка, листовая штамповка, прокатка, прессование, волочение. Ротационное деформирование. Сущность процессов и исходные заготовки. Показатели качества штамповок по геометрии, структуре и чистоте поверхности. Нормативы технологичности и точности. Возможности повышения точности штамповок.

ТЕМА 5. Основы технологии сварки и пайки

Классификация сварочных процессов по классам в зависимости от источника энергии; видам, по техническим признакам. Способы сварки плавлением, давлением. Строение, свойства и классификация сварочных дуг. Способы дуговой сварки. Сварочные материалы: электроды, проволоки, флюсы, защитные газы. Типы сварных соединений и швов. Конструктивные элементы подготовки кромок стыкуемых элементов. Геометрические параметры стыковых и угловых швов. Обозначение сварных швов на чертежах. Характеристики сварочного процесса. Методы контроля качества сварных соединений. Типичные сварные конструкции. Пайка. Основные понятия и определения. Сущность и схема процесса. Типы паяных соединений. Способы пайки. Характеристика способов пайки. Пайка твердыми и мягкими припоями. Технологический процесс пайки.

ТЕМА 6. Обработка материалов резанием

Классификация и характеристика технологических методов обработки заготовок резанием. Основные понятия и определения. Сущность и схемы процессов резания. Точность, качество и характеристика обработки.

Перечень практических и лабораторных занятий

Раздел	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
1	1.4	Термическая обработка сталей	4

4. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий (адрес)	Вид занятий	Наименование оборудования/программного обеспечения
Аудитория КНИТУ-КАИ	Лекции Практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

5.1 Основная и дополнительная учебная литература

5.1.1. Основная литература

1. Лахтин Ю.М. Материаловедение: учебник для вузов / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. - М.: ЭКОЛИТ. - 2011, - 528 с. 200 экз.
2. Технология конструкционных материалов под ред. Барона Ю. М.: Учебник для вузов. — Санкт-Петербург: Питер 2015 г. - 512 с. - Электронное издание. - ISBN 978-5-496-01388-8. Режим доступа: http://ibooks.ru/reading.php?productid=28490&search_string

5.1.2. Дополнительная литература

1. Богодухов С.И. Материаловедение: учебник для студ. вузов / С.И. Богодухов, Е.С. Козик. - М.: Машиностроение, 2015. - 504 с. 10 экз.
2. Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения: учебник для студ. вузов / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко; под ред. Г.Г. Бондаренко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 760 с. 10 экз.
3. Третьяков А.Ф. Материаловедение и технология обработки материалов: учеб. пособие для студ. вузов/ А. Ф. Третьяков, Л. В. Тарасенко. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. - 541 с. 5 экз.
4. Турилина В.Ю. Материаловедение. Механические свойства металлов. Термическая обработка металлов. Специальные стали и сплавы. на англ. яз. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. - М.: МИСИС, 2013. - 154 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/47489>

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт Министерства науки и образования Российской Федерации.
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
3. Сайт КНИТУ-КАИ.
4. Ссылка на инструкции по использованию информационных ресурсов на сайте КНИТУ-КАИ (<http://kai.ru>).

5.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательных процессов по программе

1. Демонстрация презентаций в ходе чтения лекции
2. Образовательные ресурсы сети Интернет (компьютерный класс)

РАЗДЕЛ 2. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

(30 ЧАСОВ)

Тема 1. Введение в металлические конструкции.

Развитие сварки в конструкциях. Исторические этапы применения сварки в конструкциях. Традиционные требования к проектированию стальных конструкций. Современные требования к проектированию стальных конструкций.

Тема 2. Материалы для металлических конструкций.

Стали. Марки сталей, механические свойства материалов. Цветные сплавы. Алюминиевые сплавы, их состав. Сверхпластичные сплавы. Композитные материалы. Применение алюминиевых сплавов в сварных конструкциях. Применение чугунного сплава. Сортамент стальных конструкций и конструкции из алюминиевых сплавов. Нормативные требования к сортаменту.

Тема 3 Основы расчета сварных конструкций на прочность и выносливость.

Нагрузки, их классификация. Нормативные и расчетные сопротивления стали. Методика расчета по допускаемым напряжениям Методика расчета по предельным состояниям. Основные расчетные формулы.

Тема 4 Сварные швы.

Прочность сварных соединений при статической, переменной и ударной нагрузках. Хрупкое разрушение. Собственные напряжения в сварных соединениях. Сварочные деформации и перемещения. Влияние низких температур на прочность сварных соединений. Прочность сварных соединений при высоких температурах. Сварные швы, их условные обозначения. Госты на сварные соединения

Практическая работа 1

Расчет стыковых, угловых швов при различных видах нагрузки (растяжение, сжатие, изгиб)

Тема 5 Расчет и конструирование сварных соединений.

Расчетные сопротивления сварных соединений. Расчет соединений на растяжение (сжатие), срез, изгиб. Расчет угловых швов.

Основы конструирования сварных соединений. Принципы выбора рационального вида сварного соединения в зависимости от назначения конструкции.

Тема 6. Классификация сварных конструкций и особенности отдельных типов.

Балки. Колонны. Решетчатые конструкции. Оболочковые конструкции. Корпусные транспортные конструкции. Детали машин и приборов

Тема 7 Сварные балки.

Назначение и классификация. Область применения. Конструктивные требования, Расчетные нагрузки. Принципы конструирования.

Принципы расчета сварных балок на прочность, жесткость, и устойчивость.

Практическая работа 2

Расчет и проектирование двутавровой балки.

Тема 8. Сварные колонны.

Назначение и классификация. Область применения. Конструктивные требования, предъявляемые к сварным колоннам. Расчетные нагрузки. Типы сечений сварных колонн. Узлы сопряжения колонн с балками и фермами.

Принципы расчета сварных колонн на прочность и устойчивость.

Практическая работа 3

Расчет и проектирование сварных колонн.

Тема 9. Сварные фермы.

Назначение и классификация. Фермы мостов, эстакад, галерей, стропильных и подстропильных ферм. Расчетные нагрузки. Расчеты ферм на прочность и устойчивость. Опорные узлы ферм.

Практическая работа 4

Расчет и проектирование ферм

Тема 10. Резервуары, цистерны.

Назначение и классификация.

Вертикально цилиндрические резервуары. Цистерны. Проектирование резервуаров и цистерн. Конструкции резервуаров и цистерн, детализовка. Выбор материалов. Расчетные нагрузки. Принципы конструирования.

Тема 11. Газгольдеры и сферические резервуары.

Назначение и классификация Проектирование газгольдеров и сферических резервуаров. Конструкции газгольдеров и сферических резервуаров, детализовка. Выбор материалов. Расчетные нагрузки. Применение специальных сплавов для изготовления резервуаров и цистерн. Принципы конструирования.

Тема 12. Тонкостенные сосуды.

Назначение и классификация Проектирование тонкостенных сосудов. Конструкции тонкостенных сосудов, детализовка. Выбор материалов Расчетные нагрузки. Принципы конструирования.

Тема 13. Барабаны котлов.

Назначение и классификация. Конструкции котлов, детализовка. Выбор материалов. Расчетные нагрузки. Принципы конструирования.

Тема 14. Трубы и трубопроводы.

Назначение, классификация и область применения трубопроводов. Магистральные, промысловые, технологические трубопроводы. Межцеховые и внутрицеховые трубопроводы. Детали трубопроводов. Проектирование трубопроводов. Конструкции трубопроводов, детализация. Выбор материалов. Расчетные нагрузки. Принципы конструирования.

Практическая работа 5

Расчет и проектирование трубопроводов

Тема 15. Сварные детали и узлы машин.

Применение процесса сварки при изготовлении машиностроительных конструкций. Особенности проектирования и изготовления сварных деталей сборочных единиц машин. Требования по обеспечению прочности и жесткости конструкций. Принципы конструирования.

Перечень практических и лабораторных занятий

Раздел	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
2	5-7	Расчет стыковых, угловых швов при различных видах нагрузки (растяжение, сжатие, изгиб)	2
2	8	Расчет и проектирование двутавровой балки.	2
2	9	Расчет и проектирование сварных колонн.	2
2	10-14	Расчет и проектирование ферм	2
2	15	Расчет и проектирование трубопроводов	2

4. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий (адрес)	Вид занятий	Наименование оборудования/программного обеспечения
Аудитория КНИТУ-КАИ	Лекции Практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

5.1 Основная и дополнительная учебная литература

5.1.1. Основная литература

1. Лахтин Ю.М. Материаловедение: учебник для вузов / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. - М.: ЭКОЛИТ. - 2011, - 528 с. 200 экз.
2. Технология конструкционных материалов под ред. Барона Ю. М.: Учебник для вузов. — Санкт-Петербург: Питер 2015 г. - 512 с. - Электронное издание. - ISBN 978-5-496-01388-8. Режим доступа: http://ibooks.ru/reading.php?productid=28490&search_string

5.1.2 Дополнительная литература

1. Богодухов С.И. Материаловедение: учебник для студ. вузов / С.И. Богодухов, Е.С. Козик. - М.: Машиностроение, 2015. - 504 с. 10 экз.
2. Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения: учебник для студ. вузов / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко; под ред. Г.Г. Бондаренко. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 760 с. 10 экз.
3. Третьяков А.Ф. Материаловедение и технология обработки материалов: учеб. пособие для студ. вузов/ А. Ф. Третьяков, Л. В. Тарасенко. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. - 541 с. 5 экз.
4. Турилина В.Ю. Материаловедение. Механические свойства металлов. Термическая обработка металлов. Специальные стали и сплавы. на англ. яз. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. - М.: МИСИС, 2013. - 154 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/47489>

5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт Министерства науки и образования Российской Федерации.
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
3. Сайт КНИТУ-КАИ.
4. Ссылка на инструкции по использованию информационных ресурсов на сайте КНИТУ-КАИ (<http://kai.ru>).

5.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательных процессов по программе

1. Демонстрация презентаций в ходе чтения лекции
2. Образовательные ресурсы сети Интернет (компьютерный класс)

РАЗДЕЛ 3. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА (20 ЧАСОВ)

Тема 1. Основные сведения о сварных конструкциях (4 часа)

Историческая справка, состояние и перспективы развития сварочного производства. Исходные данные, необходимые для проектирования технологического процесса изготовления сварных конструкций. Документы, регламентирующие технологию производства. Основные проблемы и пути механизации и автоматизации производства сварных конструкций. Технологическая классификация сварных конструкций. Принципы классификации сварных конструкций. Качественный и количественный анализ на технологичность сварной конструкции. Классификация сварных конструкций по конструктивной форме сварных изделий и особенностям эксплуатационных нагрузок. Материалы, применяемые для изготовления сварных конструкций. Объекты в различных областях техники.

Тема 2. Сборочно-сварочные операции и применение роботов в сварочном производстве (4 часа)

Заготовительные операции. Сборочно-сварочные операции и применение роботов в сварочном производстве. Транспортные операции. Организация и методы контроля качества сварных соединений. Проектирование цехов и участков сварочного производства.

Тема 3. Технология изготовления сварных конструкций (8 часов)

Технология производства балочных, рамных и решетчатых конструкций. Технология изготовления негабаритных емкостей и сооружений. Технология изготовления сосудов, работающих под давлением. Производство сварных труб и монтаж трубопроводов. Производство корпусных конструкций. Технология изготовления сварных деталей машин.

Тема 4. Автоматизация сварочного производства (4 часа)

Расчеты на ЭВМ при решении отдельных задач сварочного производства. Задачи оптимизации параметров проектируемых конструкций. Системы автоматизированного проектирования (САПР). Отражение графической информации в САПР. Моделирование процессов в металлах сварных конструкций.

Перечень практических и лабораторных занятий

Раздел	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
3	2	Сборочно-сварочные операции в сварочном производстве	4
3	4	Определение оптимальных режимов ультразвуковой сварки	2
3	4	Автоматизированный анализ свариваемости	4
3	4	Автоматизированный выбор способа сварки	2

3.1 Основная литература

1. Козловский, С.Н. Введение в сварочные технологии [Электронный ресурс] / С.Н. Козловский. СПб: Лань, 2011. – 416 с. URL: <http://e.lanbook.com/book/700> (дата обращения: 10.02.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений / Н.П. Алешин. Москва: Машиностроение, 2013. – 576 с.

3. Федосов, С.А. Основы технологии сварки [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Федосов, И.Э. Оськин. Москва: Машиностроение, 2021. – 125 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/175276> (дата обращения: 10.02.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

3.2 Дополнительная литература

1. Климов, А.С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учебное пособие для студентов вузов / А.С. Климов, Н.Е. Машнин. СПб: Лань, 2011. – 240 с.

2. Люшинский, А.В. Современные технологии сварки. Инженерно-физические основы: учебное пособие / А.В. Люшинский. Долгопрудный: Интеллект, 2013. – 240 с.
3. Куркин, С.А. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций: учебное пособие для вузов / С.А. Куркин, В.М. Ховов, Ю.Н. Аксенов. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 464 с.
4. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учеб. пособие для студ. вузов / А. С. Климов, Н. Е. Машнин. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Лань, 2011. – 240 с.
5. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебник для студ. вузов / Н. П. Алешин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Машиностроение, 2013. – 576 с.
6. Рыбачук, А.М. Математическое моделирование физических процессов в дуге и сварочной ванне: Учеб. пособие. [Электронный ресурс] / А.М. Рыбачук, Г.Г. Чернышов. – Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 74 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58490> - Загл. с экрана.
7. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1983. – 344 с. Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/1261186/>
8. Казанцев И.А., Чугунов С.Н., Кривенков А.О. Проектирование цехов и участков сварочного производства. – Пенза: Изд-во Пензенского гос. ун-та, 2012. – 49 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/759/787593>.

РАЗДЕЛ 4. МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПОВЕДЕНИЕ ПРИ СВАРКЕ (30 ЧАСОВ)

Тема 1.1. Классификация и маркировки свариваемых сталей (2 часа)

Классификация углеродистых и легированных сталей по различным признакам: по химическому составу, степени легирования, качеству, степени раскисления, структуре в равновесном состоянии и получаемой при охлаждении на спокойном воздухе. Маркировки углеродистых и легированных сталей. Группы типичных марок сталей, подвергаемых сварке [1, 2].

Тема 1.2. Термический и термомеханический циклы сварки (2 часа)

Термический цикл сварки. Параметры термического цикла. Взаимосвязь тепловой мощности различных сварочных источников и параметров термического цикла [2, 3].

Тема 1.3. Формирование первичной структуры металла шва (2 часа + 4 часа ЛР)

Плавление металлов. Сварочная ванна. Общие положения теории кристаллизации. Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла шва. Схема кристаллизации шва. Факторы, влияющие на первичную структуру сварного шва. Структура сварного шва в зависимости от условий ведения сварки [2, 4].

Тема 1.4. Свариваемость металлов и сплавов (2 часа)

Природа образования горячих трещин при сварке. Понятие о свариваемости металлов и сплавов. Показатели свариваемости для металлов и сплавов. Стойкость сварного соединения к образованию горячих трещин. Понятие горячих трещин. Виды горячих трещин. Факторы, обуславливающие образование горячих трещин. Способы оценки сопротивляемости сплавов образованию горячих трещин при сварке [2, 3].

Тема 1.5. Фазовые и структурные превращения в металлах в твердом состоянии при сварке (2 час)

Характерные зоны сварных соединений. Зона термического влияния и связь ее с диаграммой состояния. Свойства отдельных участков зоны термического влияния. Превращения в шве и основном металле при охлаждении. Сегрегация примесей на границах зерен, полиморфные превращения [2, 3, 5].

Тема 1.6. Природа и механизм образования холодных трещин в сварных соединениях сталей (1 час)

Факторы, обуславливающие образование холодных трещин. Углеродный эквивалент. Методы оценки сопротивляемости сварных соединений образованию холодных трещин. Способы предотвращения холодных трещин в сварных соединениях [2, 3].

Тема 2.1. Низкоуглеродистые и низколегированные стали строительного назначения (1 час + 4 часа ЛР)

Характеристика низкоуглеродистых и низколегированных сталей. Типовой химический и фазовый состав, механические свойства, область применения. Взаимосвязь химического состава, структуры стали и технологии ее сварки. Теплоустойчивые стали. Типовой химический и фазовый состав, механические свойства, область применения. [2, 3].

Тема 2.2. Высоколегированные стали (1 часа)

Коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные высоколегированные стали мартенситного, ферритного, мартенситно-ферритного и аустенитного классов. Характеристики коррозионной стойкости, жаростойкости, жаропрочности. Виды коррозионных разрушений сталей. Склонность к МКК высоколегированных сталей и методы борьбы с ней. Критерии свариваемости высоколегированных сталей [1-3].

Тема 3.1. Титановые сплавы (1 час)

Характеристика титановых сплавов, подвергаемых сварке. Химический состав, свойства. Особенности титановых сплавов, затрудняющих сварку. Взаимосвязь состава

сплавов и технологии сварки. Термическая обработка. Способы сварки, применяемые для титановых сплавов. Особенности технологии подготовки под сварку, режимов сварки. Группы типичных марок титановых сплавов, подвергаемых сварке [2].

Тема 3.2. Алюминиевые сплавы (1 час)

Характеристика алюминиевых сплавов, подвергаемых сварке. Химический состав, свойства. Особенности алюминиевых сплавов, затрудняющих сварку. Роль оксидной пленки. Взаимосвязь состава сплавов и технологии сварки, термическая обработка. Способы сварки, применяемые для алюминиевых сплавов. Особенности технологии подготовки под сварку, режимов сварки. Группы типичных марок алюминиевых сплавов, подвергаемых сварке [2].

Тема 3.3. Медные сплавы (1 час)

Характеристика медных сплавов. Химический состав, свойства. Бронзы, латуни. Особенности медных сплавов, затрудняющих сварку. Способы сварки и особенности технологии. Группы типичных марок медных сплавов, подвергаемых сварке [1, 2].

Тема 4.1. Классификация методов нанесения защитных покрытий (1 час)

Внешние и внутренние покрытия. Покрытия осажденные и напыленные. Классификация методов нанесения покрытий по источнику осаждения и напыления: химические электрохимические, газотермические, вакуумные, диффузионные. Роль покрытий в повышении конструкционной прочности деталей машиностроения [2].

Тема 4.2. Материалы защитных покрытий (2 часа)

Материалы, применяемые для напыления: металлические, керамические, полимерные, композиционные. Особенности порошков, применяемых для газотермического напыления: требования по гранулометрическому составу, форме, плотности. Основные свойства материалов покрытий: тугоплавкость, твердость, коррозионная стойкость [2].

Тема 4.3. Закономерности формирования газотермических покрытий (1 час)

Температура и скорость процессов, и их влияние на характеристики качества покрытий. Термомодеформационный цикл напыления. Силы взаимодействия между частицами: механическое зацепление, силы физического межмолекулярного взаимодействия, силы химического взаимодействия. Строение покрытия. Структурные элементы покрытия. Типичные структуры газотермических покрытий [2].

Тема 4.4. Закономерности формирования вакуумных покрытий (2 часа)

Обобщенная схема вакуумного конденсационного напыления. Классификация процессов по степени вакуума в камерах. Классификация способов: по способам распыления материала и формирования потока напыленных частиц, по энергетическому состоянию напыляемых частиц, по способу взаимодействия напыляемых частиц с остаточными газа-

ми камеры. Область применения вакуумных способов напыления. Основные преимущества вакуумных покрытий по сравнению с газотермическими.

Физическое осаждение покрытий (PVD). Схема установки вакуумного напыления с испарением наносимого материала электронным лучом [2].

Перечень практических и лабораторных занятий

Раздел	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
4	1.3	Структура зоны термического влияния сварного соединения малоуглеродистой стали	4
4	2.1	Механические свойства зоны термического влияния сварного соединения малоуглеродистой стали	4

4.1 Основная литература

1. Лахтин Ю.М. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 528 с.

2. Ильинкова Т.А. Материалы и их поведение при сварке: учебное пособие // Казань, изд-во ООО «Вертолет», 2017. – 132 с.

3. Беляев А.В. Материалы и их поведение при сварке: практикум / Т.А. Ильинкова, А.В. Беляев; Мин-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ. – Электрон. текстовые дан. – Казань: [б. и.], 2022. – 87 с. – URL: https://elibs.kai.ru/_docs_file/610/HTML/index.html. - Б. ц. - Текст: электронный.

4.2 Дополнительная литература

1. Зорин Н.Е. Материаловедение сварки. Сварка плавлением. [Электронный ресурс] / Н.Е. Зорин, Е.Е. Зорин. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2016. – 164 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/74676> – Загл. с экрана.

2. Лившиц Л.С., Хакимов А.Н. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений. – М.: Машиностроение, 1989. – 331 с.

3. ГОСТ 5640-68. Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты. – М.: изд-во стандартов, 1988. – 7 с.

4. Ильинкова Т.А., Валиев Р.Р. Металловедение сварки: лаб. практикум / Казань.: КНИТУ-КАИ, 2012. – 35 с.

5. Ильинкова Т.А., Черноглазова А.В., Валиев Р.Р. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: лабораторный практикум. – Казань: КНИТУ-КАИ, 2012. – 136 с.

6. Ильинкова Т.А. Порошковая металлургия и защитные покрытия [Электронный ресурс]: лаб. практикум по дисциплине «Теория и технология процессов производства, обработки и переработки материалов и нанесения покрытий», направление бакалавриата «Материаловедение и технология производства».

ки 150100 «Материаловедение и технологии материалов» / Т.А. Ильинкова, А.В. Черноглазова, Р.Р. Валиев; Мин-во образ-я и науки РФ, КГТУ им. А.Н. Туполева. – Электрон. текстовые дан. – Казань: [б.и.], 2008. – 144 с. <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-1552/913.pdf/index.html>

РАЗДЕЛ 5. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ СВАРКЕ

Тема 5.1. Основные физико-химические реакции при сварке (2 часа)

Общая характеристика процессов сварки, пайки и наплавки. Элементарные связи в твердых телах. Механизмы образования монокристаллических соединений. Взаимодействие металла ванны расплава с элементами окружающей среды. Источники поступления кислорода, азота, водорода, серы и фосфора в сварочную ванну. Основные реакции компонент сварочной ванны с кислородом, азотом, водородом, серой и фосфором; влияние их на качество сварного шва.

Тема 5.2. Металлургические процессы при сварке (2 часа)

Процессы, протекающие при сварке покрытыми электродами, под слоем флюса, в среде защитных газов. Особенности физико-химических процессов при сварке углеродистых, низко-, средне- и высоколегированных сталей, титана, никеля, меди и их сплавов. Легирование металла сварного шва.

Тема 5.3. Методы защиты сварочной ванны при сварке (2 часа)

Защита сварочной ванны (газовая, шлаковая, смешанные защиты, вакуум) при сварке, наплавки и пайке.

Перечень практических и лабораторных занятий

Раздел	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
5	5.1	Методы определения серы и фосфора в сварных соединениях	2
5	5.2	Физико-химические процессы в зоне термического влияния низкоуглеродистых сталей при сварке	2

5.1 Основная литература

1. Сварка плавлением. Математическое описание основных процессов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.Л. Федяев, Э.Р. Галимов, А.В. Беляев, Л.В. Сироткина. Казань: Изд-во АН РТ, 2019. – 256 с. URL: http://jirbis.library.kai.ru/_docs_file/347/HTML/index.html (дата обращения: 01.01.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Физико-химия сварки плавлением [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.Л. Федяев, Э.Р. Галимов, А.В. Беляев, Л.В. Сироткина. Казань: Изд-во АН РТ, 2021. – 254 с. URL: http://elibs.kai.ru/_docs_file/516/HTML/index.html (дата обращения: 01.01.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.2 Дополнительная литература

1. Введение в сварочные технологии [Электронный ресурс] / под ред. С.Н. Козловский. СПб: Лань, 2011. – 416 с. URL: <http://e.lanbook.com/book/700> (дата обращения: 10.02.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Федосов, С.А. Основы технологии сварки: учебное пособие для студентов вузов / С.А. Федосов, И.Э. Оськин. Москва: Машиностроение, 2014. – 125 с.

3. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Неровный, Б.Ф. Якушин. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.

4. Математическое моделирование физических процессов в дуге и сварочной ванне: Учебное пособие / под ред. А.М. Рыбачук. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 74 с.

РАЗДЕЛ 6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА (14 ЧАС)

Раздел 1. Цели, задачи и содержание технологической подготовки производства (3 часа)

Тема 1.1 Цели, задачи и структура технологической подготовки производства (ТПП). (1 час)

Цели, задачи и функции технологической подготовки производства (ТПП). Задачи, решаемые ТПП на уровне предприятия, отрасли. Направления работ по ТПП. Два уровня ТПП. перевооружение и реконструкция предприятия. Организационное и информационное обеспечение ТПП. Входные и выходные данные ТПП. ЕСТПП. Изучение терминов и определений основных понятий ЕСТПП. Характеристики машиностроительного производства: тип производства, вид производства. Понятие коэффициента закрепления операций, основного, вспомогательного, опытного производства. Понятие объёма и программы выпуска продукции. Производственный цикл и производственная мощность, такт и ритм выпуска.

Тема 1.2. Технологичность конструкции и методы ее обеспечения (1 час)

Определение технологичности, последовательность работ по обеспечению технологичности конструкции изделия. Общие требования к технологичности

конструкций. Выбор рациональных форм конструкций, их элементов и соединений. Точность изготовления конструкций. Отработка конструкции на технологичность на всех стадиях разработки изделия при ТПП. Правила выбора показателей технологичности конструкции изделия. Последовательность и содержание работ по обеспечению технологичности конструкции изделия. Факторы, которые необходимо учитывать при отработке конструкции на технологичность.

Тема 1.3. Стадии разработки технологической документации и виды технологических документов (1 час)

Стадии разработки технологической документации. Техническое предложение, эскизный проект, рабочая конструкторская документация: опытного образца, партии, изделия для единичного, серийного, массового производства. Директивные технологии изготовления и ремонта.

Виды технологических документов. Основные и вспомогательные документы. Документы общего и специального назначения. Область применения. Условное обозначение. Формы, применяемые в технологических документах. Правила расположения поля подшивки на различных формах документов.

Раздел 2. Разработка технологической документации (4 часа)

Тема 2.1. Виды, этапы разработки и применения технологических процессов. (1 час)

Общие понятия: технологический процесс, технологическая операция, технологический метод, технологическая база, обрабатываемая поверхность. Технологический документ. Технологическая документация. Комплект документов. Степень детализации. Классификация технологических процессов по организации производства: ЕТП, ГТП, ТТП. Элементы технологических операций: переход, установ, позиция, прием. Характеристики технологического процесса (операции): цикл, ритм, такт выпуска, режимы. Понятие предмета труда. Основные этапы разработки ТП.

Тема 2.2. Разработка комплекта документов на технологические процессы сварки, пайки, наплавки (1 час)

Состав, формы и правила разработка комплекта документов на технологические процессы сварки, пайки. Основные надписи, область распространения. Состав информационных блоков, формы и правила их заполнения. Формы и правила разработки титульного листа, (ТЛ). Область распространения ТЛ. Формы ТЛ, выбор формы. Формы и правила разработки технологической инструкции (ТИ). Назначение и область распространения ТИ. Структура ТИ. Примеры оформления. Формы и правила разработки карты эскизов (КЭ). Область применения КЭ. Формы КЭ. Требования к КЭ. Общие требования к маршрутным картам (МК). Функции маршрутных карт. Правила применения

МК в зависимости от вида технологического процесса, метода проектирования и назначения МК. Служебные символы обозначения строк. Содержание строк. Формы МК. Требования к заполнению граф различных форм МК. Примеры заполнения. Формы и требования к разработке операционных карт (ОК). Формы ОК, основы выбора. Типовые блоки режимов сварки и пайки, правила заполнения, выбор соответствующего блока.

Тема 2.3. Контроль технологических процессов (1 час)

Техпроцесс, как объект управления и контроля. Анализ техпроцессов. Порядок проведения работ по контролю технологических процессов.

Тема 2.4. Автоматизированное проектирование технологических процессов (1 час)

Описание программных продуктов, применяемых в САПР ТП. «Вертикаль» (Аскон), Timeline (SDI-Solution), TECHCARD (НПП «Интермех»), «Т-флекс Технология» («Топ Системы»), «ТехноПро» («Вектор-альянс»), TechnologiCS (CSoft Development), Adem (Adem), «СПРУТ-ТП» («Спрут-технология»).

Перечень практических занятий

Номер раздела	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
2	2.1	Изучение и разработка титульного листа и основных надписей комплекта документов на технологический процесс сварки.	1
2	2.2	Изучение и разработка карты эскизов комплекта документов на технологический процесс сварки.	2
2	2.2	Изучение и разработка маршрутной карты комплекта документов на технологический процесс сварки.	2
2	2.2	Изучение и разработка операционной карты комплекта документов на технологический процесс сварки.	2

6.1 Основная литература

1. Кривоносова, Е.А. Пайка металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.А. Кривоносова. Пермь: ПНИПУ, 2012. – 216 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/160480> (дата обращения: 10.02.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Фетисов, Г.П. Сварка и пайка в авиационной промышленности [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / Г.П. Фетисов. Москва: Юрайт, 2021. – 229 с. URL:

<https://urait.ru/bcode/472796><https://urait.ru/book/cover/F49CF1BB-2F0E-48CF-BC08-90B0F5523A70> (дата обращения: 10.02.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Дополнительная литература

1. Лашко, Н.Ф. Пайка металлов / Н.Ф. Лашко. Москва: Машиностроение, 1977. – 328 с.
2. Специальные методы сварки и пайка: Учебник / В.А. Фролов, В.В. Пешков, А.Б. Коломенский, В.А. Казаков. Москва: Интермент инжиниринг, 2003. – 190 с.
3. Технологические основы сварки и пайки в авиастроении: Учебник / В.А. Фролов, В.В. Пешков, А.Б. Коломенский, В.А. Казаков. Москва: Интермент инжиниринг, 2002. – 430 с.

РАЗДЕЛ 7. ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Тема 1. Введение

История развития. Основные термины. Роль дефектоскопии в научных исследованиях и производственных процессах. Система оценки соответствия в системе сварочного производства, персонала, технологий, материалов и оборудования. Перечень групп опасных технических устройств. Неразрушающий контроль. Объекты контроля. Методы Контроля.

Тема 2. Качество сварки. Характеристика сварочных дефектов.

Показатели качества сварки. Технологические, конструктивные и эксплуатационные факторы, влияющие на качество. Причины возникновения дефектов и способы их устранения. Влияние дефектов на работоспособность сварных конструкций при различных видах нагрузок (статических, динамических, усталостных)

Тема 3. Организация контроля качества сварных соединений

Задачи предупредительного контроля. Контроль основных и сварочных материалов. Контроль квалификации сварщиков. Контроль подготовки изделий под сварку, сварочного оборудования и технологии сварки. Контроль качества сварных соединений.

Тема 4. Методы контроля сварных соединений.

Классификация и выбор методов неразрушающего контроля качества сварных соединений. Особенности и область применения различных методов. Оценка чувствительности контроля. Разрушающие методы контроля

Тема 5. Стандартизация и метрологическое обеспечение дефектоскопии

Система стандартизации и метрологического обеспечения неразрушающего контроля. Нормативно-техническая документация на неразрушающий контроль. Стандартизация неразрушающего контроля. Метрологическое обеспечение средств неразрушающего

контроля. Испытания средств неразрушающего контроля. Аттестация нормативно-технической документации на методы контроля.

Тема 6. Визуальный и измерительный контроль

Физические основы визуального и измерительного контроля (ВИК). Приборы и инструменты, используемые при проведении ВИК. Порядок выдачи заключения о пригодности изделия к эксплуатации по результатам ВИК.

Практическая работа № 1

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений.

Тема 7. Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений.

Физические основы ультразвукового контроля и классификация методов. Методы ультразвукового контроля (эхо-метод, теневой, зеркально-теневой, эхо-зеркальный, эхо-теневой), характеристики и области применения Основные параметры ультразвукового контроля. Технология ультразвукового контроля. Ультразвуковая толщинометрия. Стандартные образцы, испытательные (тест) образцы и вспомогательные приспособления.

Тема 8. Радиационная дефектоскопия сварных соединений

Классификация методов: радиоскопия, радиография, ксерорадиография, радиометрия. Порядок разработки технологического процесса радиационного контроля. Правила безопасности при работе с источниками ионизирующего излучения. Приборы контроля (индивидуальные, промышленные дозиметры). Правила хранения, транспортировки и эксплуатации радиоактивных изотопов.

Нормы радиационной безопасности, критерии обеспечения безопасности.

Практическая работа № 2

Выбор аппарата для проведения рентгенографического контроля, определение схем просвечивания сварных соединений.

Тема 9. Капиллярные методы контроля качества сварных соединений

Физические основы капиллярных методов. Классификация методов: люминесцентный, метод красок (цветной), люминесцентно-цветной, беспорошковый, сорбционный, метод самопроявления. Технология контроля. Характеристика дефектоскопических материалов. Оценка дефектности изделий. Чувствительность контроля.

Практическая работа № 4

Контроль качества сварных соединений методом капиллярной дефектоскопии.

Тема 10. Контроль качества сварных соединений методами течеискания

Понятие герметичности. Гидравлические и пневматические испытания: гидравлическим давлением. Схемы и параметры контроля. Технология контроля. Чувствительность методов.

Практическая работа № 5

Контроль сварных соединений на непроницаемость.

Тема 11. Магнитные методы контроля качества сварных соединений

Физические основы и классификация магнитных и электромагнитных методов контроля. Способы намагничивания изделий. Технология контроля. Чувствительность методов. Оборудование и материалы. Область применения.

Практическая работа № 3

Контроль сварных соединений и деталей магнитопорошковым методом контроля.

Тема 12. Вихретоковый метод контроля

Физические основы, методы, оборудование и область применения вихретокового контроля. Приборы вихретокового контроля. Методики вихретокового контроля

Тема 13. Метод акустической эмиссии.

Определение АЭ. Природа АЭ. Источники акустической эмиссии по виду источника возбуждения. Источники акустической эмиссии по типу развивающегося дефекта. Основные и производные параметры акустической эмиссии. Акустико-эмиссионная аппаратура. Акустическая эмиссия при диагностике.

Тема 14. Тепловой метод контроля.

Физические основы метода. Область применения. Относительное излучение некоторых видов материалов. Существующие методы и средства неразрушающего контроля при определении толщины и однородности материала при тепловом методе контроля. Визуализация тепловых полей. Дефектоскопия и интроскопия тепловыми методами.

Тема 15. Вибродиагностика.

Вибродиагностический метод контроля.

Тема 16. Электрический метод.

Электрический метод контроля. Общие сведения: термоэлектрический, трибоэлектрический, электроемкостный метод и др. Расшифровка используемых методов электрического контроля и диагностирования. Конструкция используемых преобразователей для проведения электрических методов контроля. Методы и средства проведения дефектоскопии при электрическом контроле.

Тема 17. Радиоволновый метод контроля.

Физические основы радиоволнового метода контроля. Основные особенности электромагнитных процессов в СВЧ-диапазоне. Индикаторы и преобразователи радиоволнового излучения. Классификация методов и средств, используемых при контроле. Типы приборов, используемые при радиоволновом методе контроля.

Тема 18. Методы неразрушающего контроля бетона

Тема 19. Методы контроля механических свойств металлов.

Классификация методов механических испытаний сварных соединений и швов по ГОСТу. Испытание сварных соединений на статический и ударный изгиб: Измерение твердости. Испытание сварных соединений на длительную прочность и усталость. Испытание на срез, отрыв и сплющивание. Металлографические исследования сварных соединений. Химический анализ исходных материалов и наплавленного металла:

Тема 20. Организация контроля качества сварки

Классификация видов технического контроля Задачи и структура контрольных служб Служба контроля в монтажных условиях Техническая документация при контроле

Перечень практических занятий

Номер раздела	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
7	6	Визуальный и измерительный контроль сварных соединений.	2
7	8	Выбор аппарата для проведения рентгенографического контроля, определение схем просвечивания сварных соединений.	2
7	11	Контроль сварных соединений и деталей магнитопорошковым методом контроля.	2
7	9	Контроль качества сварных соединений методом капиллярной дефектоскопии.	2
7	10	Контроль сварных соединений на непроницаемость.	2

7.1 Основная литература

1. Кривоносова, Е.А. Пайка металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.А. Кривоносова. Пермь: ПНИПУ, 2012. – 216 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/160480> (дата обращения: 10.02.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Фетисов, Г.П. Сварка и пайка в авиационной промышленности [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / Г.П. Фетисов. Москва: Юрайт, 2021. – 229 с. URL: <https://urait.ru/bcode/472796https://urait.ru/book/cover/F49CF1BB-2F0E-48CF-BC08-90B0F5523A70> (дата обращения: 10.02.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Лашко, Н.Ф. Пайка металлов / Н.Ф. Лашко. Москва: Машиностроение, 1977. – 328 с.

2. Специальные методы сварки и пайка: Учебник / В.А. Фролов, В.В. Пешков, А.Б. Коломенский, В.А. Казаков. Москва: Интермент инжиниринг, 2003. – 190 с.

3. Технологические основы сварки и пайки в авиастроении: Учебник / В.А. Фролов, В.В. Пешков, А.Б. Коломенский, В.А. Казаков. Москва: Интермент инжиниринг, 2002. – 430 с.

Раздел 8. Технологическая сборочно-сварочная оснастка.

Тема 1. Введение

Цель и задачи дисциплины, ее взаимосвязь с другими дисциплинами. Роль и значение технологической оснастки в производственном процессе. Понятие о технологической оснастке сварочного производства. Приспособление, как один из видов технологической оснастки. Взаимосвязь оснастки с основным оборудованием производственного процесса.

Тема 2. Перспективы развития станочных приспособлений.

Совершенствование конструкций специальных приспособлений. Расширение использования приспособлений многократного применения. Механизация и автоматизация зажимных приспособлений и т.д.

Тема 3. Технологическое оснащение производства. Принципы обеспечения и развития технологической подготовки производства.

Проектирование средств технологического оснащения - этап технологической подготовки производства. Основополагающие принципы технологической подготовки производства (системность, преемственность, стандартизация, автоматизация) и их реализация на рассматриваемом этапе. Приспособления как элементы сложной технической системы обработки, сборки и контроля. Функция приспособлений в этих системах. Классификация приспособлений по целевому назначению.

Задачи, решаемые при проектировании приспособлений различного целевого назначения. Влияние приспособления на функционирование всей системы обработки, сборки, контроля. Приспособление как сложная механическая система. Общая и частные ее функции. Выделение в этой системе элементов по функциональному признаку: базовых, корпусных, установочных, зажимных, делительных, поворотных, направляющих, настроечных, крепежных, арматуры средств механизации и автоматизации.

Тема 4. Принципы базирования.

Основные положения теории базирования. Классификация баз. Полное и упрощенное базирование. Базирование заготовок в приспособлениях, правило шести точек. Применение правила шести точек для заготовок различной формы. Графическое обозначение элементов станочных приспособлений. Обозначение технологической оснастки в технической документации

Реализация технологической схемы базирования. Особенности базирования заготовок. Реализация технологической схемы базирования в конструкции приспособлений.

Общие сведения о базировании деталей в приспособлении. Определения базирования детали в приспособлении, понятие установочной базы приспособления. Принципы базирования заготовок (изделий) в приспособлениях.

Тема 5. Погрешности базирования и точность установки деталей (заготовок).

Погрешности базирования. Погрешности, возникающие при установке заготовки в приспособление. Погрешности закрепления и положения заготовки. Примеры расчета погрешности установки заготовок на призмах, пальцах и планках.

Расчет погрешностей базирования. Обоснование требуемой точности приспособлений. Погрешность установки заготовок в приспособлениях; погрешность установки и фиксации свариваемых заготовок в приспособлении.

Практическая работа 1

Расчёт погрешности базирования заготовки в приспособлении.

Тема 6. Общие сведения о приспособлениях.

Назначение приспособлений. Классификация приспособлений по их целевому назначению, по степени специализации, по уровню механизации и автоматизации и другим признакам.

Основные принципы выбора приспособлений для единичного, серийного и массового производства. Элементы, входящие в состав приспособлений и выполняемые ими функции.

Приспособления, как элемент технологической или измерительной системы. Методика расчета приспособлений на точность: проектная и проверочная задачи.

Системы сварочных приспособлений, их технологические характеристики и область применения

Влияние приспособлений на точность сборки, сварки и контроля.

Определение типа установочных элементов приспособлений, их количества и расположения в соответствии с теоретической схемой базирования заготовок и требуемой точностью сборки.

Классификация установок и станков для сварки и наплавки по целевым, технологическим, эксплуатационным признакам. Принцип общей компоновки конструкций (аппаратов, машин, станков, а также установок и поточных линий). Особенности реализации комплекса автоматизированных систем управления технологическим процессом в сварочном оборудовании и сборочно-сварочной оснастке. Материалы, используемые при проектировании приспособлений.

Тема 7. Классификация приспособлений.

Классификация приспособлений по степени специализации (системы приспособлений): неразборные специальные приспособления; сборно-разборные приспособления; универсально-наладочные приспособления; специализированные наладочные приспособления; универсально-сборные приспособления; универсально-безналадочные приспособления; приспособления для автоматических линий. Переносные сборочные приспособления. Поворотные приспособления. Кондукторы, вращатели.

Стенды для листовых конструкций. Стенды и кондукторы для балочных конструкций.

Практическая работа № 2

Расчёт приспособления на точность.

Тема 8. Требования к сборочно-сварочным приспособлениям.

Общие требования, предъявляемые к приспособлениям. Способы сборки изделия под сварку. Нормализация и стандартизация приспособлений и их элементов. Использование стандартов и нормалей, как одно из важных условий при проектировании и выборе элементов приспособления. Унификация, стандартизация и нормализация сборочно-сварочной оснастки. Учет требований эксплуатации, охраны труда, окружающей среды и технической эстетики при проектировании приспособлений.

Тема 9. Методика проектирования сварочных приспособлений.

Основные принципы проектирования сварочных приспособлений. Техническое задание на проектирование приспособлений. Исходные данные для проектирования. Формулирование функционального назначения и технических требований на приспособление. Методика разработки принципиальной схемы приспособления, определение точности изготовления сварных изделий.

Целесообразность проектирования, изготовления и применения приспособления и обоснование его конструктивной сложности.

Общие правила выбора средств технологического оснащения. Последовательность проектирования приспособления; разработка эскиза, выполнение чертежа детали. Выбор и чертежи установочных, зажимных и других элементов приспособления, а также корпуса приспособления, составление спецификации. Анализ влияния основных факторов на выбор системы сварочного приспособления. Расчеты, выполняемые при проектировании приспособлений.

Экономическое обоснование разработки и проектирования приспособления. Последовательность и методика проектирования специальных сварочных приспособлений. Особенности проектирования станочных приспособлений.

Тема 10. Общие принципы конструирования приспособлений.

Методика конструирования сборочно-сварочной оснастки. Конструкции основных типов стандартных сварочных приспособлений для различных видов сварочных работ. Задачи, решаемые технологами и конструкторами при конструировании приспособлений. Принципы конструирования приспособлений.

Тема 11. Типовые схемы установки заготовок или изделий в приспособлениях. Конструкции фиксаторов (упоры, призмы, установочные пальцы, шаблоны).

Выбор и проектирование установочных элементов, их количества и расположения в соответствии со схемой базирования заготовки и требуемой точностью обработки. Принципы установки заготовки или изделия в приспособлении. Установочные элементы приспособлений, их конструктивное исполнение, материал, термообработка, точностные и эксплуатационные характеристики, область применения. Унификация установочных элементов. Установка приспособлений на столах и шпинделях станков. Типовые схемы установок.

Основные плоскостные опоры, подводимые и самоустанавливающиеся, их устройство и работа. Вспомогательные опоры, их конструктивное исполнение, служебное назначение и область применения. Элементы приспособлений для установки заготовки по наружным цилиндрическим поверхностям, отверстию, резьбе, сложному контуру; центровым гнездам. Элементы приспособлений для установки заготовки одновременно по нескольким поверхностям. Графическое обозначение опор и установочных устройств в соответствии с действующими ГОСТами. Погрешности установки заготовки. Примеры расчета погрешности установки заготовок на призмах, пальцах и планках.

Практическая работа № 3

Установка заготовок.

Тема 12. Установочные элементы в приспособлениях. Винтовые и зажимные устройства.

Назначение установочных элементов в приспособлениях и требования, предъявляемые к ним. Установочные элементы сварочных приспособлений, их конструктивное исполнение, материалы и эксплуатационные характеристики, область применения. Классификация установочных элементов приспособления. Выбор зажимного устройства и определение его параметров.

Силы, действующие на заготовку (изделий) в процессе сборки, сварки и контроля. Выбор схем закрепления заготовок, составления схемы сил, действующих на заготовку в процессе сборки и сварки. Методика расчета сил зажима заготовок (изделия), обеспечивающих неизменность ее положения, достигнутого при базировании. Типовые схемы рас-

чета сил закрепления заготовки в приспособлении.

Зажимные механизмы: назначение и технические требования, предъявляемые к ним. Приводы зажимных механизмов: ручные, механизированные, автоматизированные. Зажимные устройства с пневматическим и гидравлическим силовыми узлами. Зажимные устройства, использующие энергию магнитных или электромагнитных полей. Зажимные устройства с упругими связями и деформируемыми элементами: цанговые, гидропластовые, мембранные.

Зажимные устройства: винтовые, эксцентриковые, клиновые, рычажные, Г-образные прихваты. Принцип их работы, схемы действия сил и расчет усилия зажима. Клиновые и винтовые силовые механизмы сборочно-сварочных приспособлений, конструкции и расчет. Эксцентриковые и пружинные силовые механизмы сборочно-сварочных приспособлений, конструкции и расчет. Магнитные приспособления, применяемые для сборки деталей при сварке. Стягивающие и распорные устройства сборочно-сварочной оснастки и их пр

Проверка надежности зажима заготовки в приспособлении. Графическое обозначение зажимов в соответствии с действующими стандартами. Область применения различных зажимных устройств. Явление самоторможения в зажимных устройствах.

Расчет рычажных, устройств сборочно-сварочных приспособлений и оснастки. Определение усилий прижатия узлов к рамам поворотных устройств. Определение усилий прижатия различных деталей в решетчатых, рамных и других конструкциях.

Практическая работа 4

Зажимные механизмы.

Тема 13. Направляющие и настроечные элементы приспособлений. Направляющие втулки. Установки (габариты). Кондукторные втулки.

Направляющие, настроечные, вспомогательные базовые элементы приспособлений. Выбор и проектирование направляющих, настроечных элементов и их размещение относительно установочных элементов приспособления. Выбор типа корпуса приспособления и его конструирование. Компоновка всего приспособления.

Направляющие втулки для расточных работ. Конструкция втулок и область их применения. Материал втулок и термообработка. Кондукторные втулки для стержневого режущего инструмента. Материал, термообработка и область применения.

Назначение направляющих элементов приспособлений. Кондукторные втулки различного типа и назначения (постоянные, сменные, быстросменные и специальные). Допуски на размеры кондукторных втулок.

Направляющие колонки, скалки. Копиры, их назначение и профилирование. Элементы приспособлений для настройки технологической системы на заданный размер. Установы и щупы. Материал, термообработка, область применения.

Передаточные механизмы, их назначение, преимущества и недостатки. Выбор вида передаточного механизма. Элементы приспособлений для координирования направления и контроля положения инструмента. Требования к координирующим и направляющим элементам.

Тема 14. Типовое оборудование на основе рациональных схем компоновок.

Исходные положения для сопоставления и анализа рациональных компоновок и конструкций сварочного оборудования и сборочно-сварочной оснастки. Установки и станки для сварки продольных швов обечаек.

Установки и станки для сварки прямолинейных швов изделий типа балок и рам. Установки и станки для сварки круговых швов и наплавки поверхностей вращения. Установки и станки для сварки кольцевых швов и наплавке поверхностей изделий, закрепляемых консольно. Установки и станки для сварки круговых швов и наплавки поверхностей изделий, закрепляемых в двух опорах.

Тема 15. Механизированные приводы приспособлений.

Назначение механизированных приводов приспособлений и основные требования к ним. Пневматические, гидравлические, вакуумные электроприводы, их конструктивные исполнения и область наиболее эффективного использования. Пневматическая и воздухопроводная арматура. Электромеханические приводы. Электромагнитные и магнитные приводы. Электростатические приводы. Гидравлические пневматические приводы. Элементы конструкции и расчета

Выбор и расчет пневматических приводов приспособлений. Приводы поршневые и диафрагменные. Гидравлические приводы, их достоинства и недостатки. Механизмы – усилители зажимов, их название, конструкция и принципы действия рычажных, клиновых, пневмогидравлических и других усилителей.

Направления развития конструкций сварочных приспособлений для механизированных и автоматизированных линий. Особенности приспособлений для роботизированного производства.

Расчет приводов сварочных манипуляторов, вращателей и кантователей.

Практическая работа 5

Расчёт механизированного привода приспособления.

Тема 16. Делительные и поворотные устройства.

Назначение и конструкции делительных и поворотных устройств. Виды поворот-

ных и делительных устройств. Основные требования и область применения поворотных и делительных устройств.

Фиксаторы шариковые, с цилиндрическими пальцами, реечные фиксаторы, их конструктивное исполнение и точностные показатели.

Конструкция делительных дисков. Примеры применения различных конструкций делительных и поворотных устройств. Автоматический круглый стол с мальтийским механизмом для поворота на большой угол и фиксации приспособления.

Практическая работа 6

Изучение конструкции делительных устройств.

Тема 17. Корпуса приспособлений.

Назначение корпусов приспособлений, требования, предъявляемые к ним.

Конструктивное исполнение основных элементов корпусов. Способы базирования и закрепления корпусов приспособлений на станках и других видах автоматизированного оборудования. Конструктивное оформление базирующих элементов корпусных деталей приспособлений. Материал и способы получения заготовок корпусов, применение пластмасс и эпоксидных смол в качестве материала корпусных деталей приспособлений. Методы центрирования и крепления корпусов на станках.

Тема 18. Сборочные приспособления.

Функция сборочных приспособлений в системе сборки изделия. Классификация сборочных приспособлений. Элементы сборочных приспособлений. Специфика проектирования сборочных приспособлений.

Тема 19. Универсальные и специализированные приспособления.

Универсально-наладочные приспособления. Основные конструктивные признаки. Составные части такого приспособления: базовый блок и набор сменных наладок.

Универсально-сборные приспособления. Основные конструктивные признаки. Технические требования к деталям и сборочным единицам. Технические возможности универсально-сборных приспособлений. Механизированные сборочные единицы системы универсально-сборных приспособлений. Приводы механизированных универсально-сборных приспособлений.

Сборно-разборные, универсально-безналадочные и специализированные наладочные приспособления. Основные конструктивные признаки сборно-разборных приспособлений. Детали и немеханизированные сборочные единицы сборно-разборных приспособлений. Механизированные сборочные единицы сборно-разборных приспособлений. Техничко-экономические предпосылки применения сборно-разборных приспособлений.

Универсально-сборная переналаживаемая оснастка. Предпосылки создания универсально-сборных переналаживаемых оснасток. Конструктивные признаки элементов

универсально-сборных переналаживаемых оснасток. Детали и немеханизированные сборочные единицы универсально-сборных переналаживаемых оснасток. Автоматизированные сборочные единицы универсально-сборных переналаживаемых оснасток. Основные системы переналаживаемых приспособлений: элементы конструкций и расчет.

Тема 20. Вспомогательные устройства и элементы приспособлений.

Вспомогательные устройства и элементы приспособлений. Базовые элементы приспособлений. Их функциональное назначение.

Тема 21. Сборочные и контрольные приспособления.

Контрольные приспособления. Назначение и составные элементы контрольных приспособлений: базирующие и зажимные устройства; передаточные и подвижные элементы; измерительные устройства.

Методика и последовательность проектирования контрольного приспособления. Расчет приспособления на точность – проектная задача.

Контрольные приспособления для автоматизированного производства.

Деление сборочных приспособлений по степени специализации и по назначению. Основные элементы контрольных приспособлений. Приспособления для инструмента. Основные требования к приспособлениям для металлорежущего инструмента. Функциональное назначение и классификация контрольных приспособлений (технических систем измерения и контроля). Составные элементы и их частные функции: базирующие и зажимные устройства, передающие и подвижные элементы, измерительные устройства. Особенности проектирования и расчета контрольных приспособлений.

Тема 22. Приспособления для автоматизированного производства.

Сварочные приспособления для механизированных и автоматизированных линий. Специфика проектирования таких приспособлений, расчета их на точность и жесткость.

Тема 23. Методика проектирования и конструирования станочных приспособлений.

Особенности выбора станочных приспособлений.

Приспособления для установки и закрепления режущего инструмента. Требования, предъявляемые к приспособлениям для инструмента. Техническое задание и методика проектирования станочных и измерительных приспособлений

Проектирование станочных и измерительных приспособлений. Исходные данные для проектирования. Формулирование функций приспособления. Определение системы приспособления и разработка его принципиальной схемы. Выбор и назначение технических характеристик приспособления и технических требований к нему. Оформление технического задания.

Тема 24. Приспособления для токарных работ.

Токарные кулачковые патроны. Поводковые патроны. Цанговые и мембранные патроны. Делительные приспособления. Приспособления, расширяющие технологические возможности фрезерных станков. Примеры наладок на трехкулачковые патроны. Оправки и патроны для обработки втулок, фланцев, дисков. Приспособления для обработки деталей класса рычагов, кронштейнов. Виды и назначение центров.

Тема 25. Фрезерные приспособления.

Назначение и общие сведения о фрезерных приспособлениях. Машинные тиски, их виды и область применения. Поворотные и угловые столы. Универсальные и групповые приспособления. Делительные устройства. Наладки для фрезерных работ.

Тема 26. Сверлильные приспособления.

Виды и назначение сверлильных приспособлений. Накладные, крышечные, поворотные и скальчатые кондукторы. Многошпиндельные сверлильные головки.

Приспособления для сверлильных и шлифовальных станков.

Кондукторы и кондукторные плиты. Сверлильные патроны. Приспособления для центровых круглошлифовальных станков. Поводковые патроны. Жесткие оправки. Люнетты. Приспособления для плоскошлифовальных станков.

РАЗДЕЛ 9. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СОЕДИНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Тема 1. Технология пайки металлов (8 часов)

Сущность и примеры применения пайки в машиностроении. Основные отличительные особенности процессов сварки и пайки. Классификация современных способов пайки по ГОСТу. Основы технологии пайки и конструирования паяных соединений. Особенности пайки конструкционных металлов и сплавов. Конструирование паяных соединений. Контроль качества паяных соединений.

Тема 2. Специальные методы соединения в промышленном производстве (4 часа)

Сварка трением, взрывом, наплавка и др. Технология, оборудование, материалы. Особенности расчета параметров режима сварки.

Перечень практических и лабораторных занятий

Раздел	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
9	9.1	Определение высота поднятия припоя	2
9	9.1	Определение смачиваемости и растекаемости припоя по поверхности металла	2
9	9.1	Определение величины разрушающей нагрузки паяного соединения	2

9.1 Основная литература

1. Кривоносова, Е.А. Пайка металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.А. Кривоносова. Пермь: ПНИПУ, 2012. – 216 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/160480> (дата обращения: 10.02.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Фетисов, Г.П. Сварка и пайка в авиационной промышленности [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / Г.П. Фетисов. Москва: Юрайт, 2021. – 229 с. URL: <https://urait.ru/bcode/472796https://urait.ru/book/cover/F49CF1BB-2F0E-48CF-BC08-90B0F5523A70> (дата обращения: 10.02.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

9.2 Дополнительная литература

1. Лашко, Н.Ф. Пайка металлов / Н.Ф. Лашко. Москва: Машиностроение, 1977. – 328 с.

2. Специальные методы сварки и пайка: Учебник / В.А. Фролов, В.В. Пешков, А.Б. Коломенский, В.А. Казаков. Москва: Интермент инжиниринг, 2003. – 190 с.

3. Технологические основы сварки и пайки в авиастроении: Учебник / В.А. Фролов, В.В. Пешков, А.Б. Коломенский, В.А. Казаков. Москва: Интермент инжиниринг, 2002. – 430 с.

10. НОРМАТИВНАЯ БАЗА СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА (10 ЧАС.)

Раздел 1. Общая характеристика нормативной документации (3 часа)

Тема 1. Понятие нормативной документации (1 час)

Классификация. Основные функции и назначение нормативной документации. Виды документов. Стандарты, регламентирующие сварочное производство: государственные и отраслевые. Технические регламенты, санитарные нормы и правила (СНиП), стандарты организаций, предприятий, фирм, своды правил, руководящие документы (РД), технические условия и т.д.

Тема 2. Нормативные документы, определяющие общие требования в сварочном производстве (2 час).

Документы, регламентирующие основные понятия, термины, определения и сокращения в области сварочного производства. Условные обозначения сварных соединений на чертежах. Документы, регламентирующие проектирование сварных конструкций. Конструктивные элементы сварных соединений, обозначение их на чертежах.

Нормативные документы, регламентирующие требования к сварочным материалам. Сварочные материалы. Кодирование и обозначение сварочных материалов (электроды, сварочная проволока, защитные газы, флюсы).

Раздел 2. Нормативные документы, регламентирующие требования при производстве сварных конструкций опасных технических устройств(3 часа)

Тема 1 Требования к сварочному производству при изготовлении, монтаже, ремонте опасных технических устройств (ОТУ), (2 часа).

Система аттестации сварочного производства САСв (РФ). Правила ПБ 03-273-99, регламент РД 03-495-02 аттестации персонала сварочного производства; нормативные документы РД 03-615-03, РД 03-614-03, РД 03-613-03, регламентирующие аттестацию сварочных технологий, оборудования и материалов.

Тема 2 Нормативная документация регламентирующая сварочные работы в различных отраслях: (1 час)

нефтегазодобывающей отрасли (магистральные и промышленные нефтепроводы и нефтепродуктопроводы, магистральные и промышленные газопроводы, технологические трубопроводы, резервуары для хранения нефти и газа), строительной отрасли (строительные конструкции, сварка арматуры, металлические и полимерные трубопроводы), газовое оборудование (газопроводы низкого и среднего давления).

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
2	Задание №1. Изобразить подготовку кромок и указать параметры швов сварных соединений по заданному варианту согласно ГОСТ 5264-80, ГОСТ 16037-80, ГОСТ 8713-79, ГОСТ 14771-76, ГОСТ 15878-79.	2
4	Задание № 2. Заполнить заявку на аттестацию специалиста сварочных работ согласно ПБ 03-273-99 и РД 03-495-02.	2

4. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий (адрес)	Вид занятий	Наименование оборудования/программного обеспечения
Аудитория КНИТУ-КАИ	Лекции Практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

5.1 Основная и дополнительная учебная литература

1. *Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1./Под. ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова -5-е изд., исправл. – М., "Машиностроение", 2003. – 912с.*
2. Балла, О.М. *Инструментообеспечение современных станков с ЧПУ : учебное пособие / О.М. Балла. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2655-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97677>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.*
3. Балла, О.М. *Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология : учебное пособие / О.М. Балла. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1851-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99228>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.*
4. Безъязычный, В.Ф. *Основы технологии машиностроения : учебник / В.Ф. Безъязычный. — Москва : Машиностроение, 2016. — 568 с. — ISBN 978-5-9907638-4-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107152>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.*
5. Звонцов, И.Ф. *Технологии сверления глубоких отверстий : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, П.П. Серебренецкий, А.Г. Схиртладзе. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1373-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6598>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.*

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ [Электронный ресурс]. URL: <https://kai.ru/web/naucno-tehnicaskaa-biblioteka> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: свободный.

2. Лань: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Знаниум: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://znanium.com> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. ЮРАЙТ: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей!

5.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательных процессов по программе

1. Демонстрация презентаций в ходе чтения лекции
2. Образовательные ресурсы сети Интернет (компьютерный класс)

11. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ И ДАВЛЕНИЕМ (30 ЧАС)

Раздел 1. Сварка-прогрессивный способ соединения материалов. (8 часов)

Тема 1 Сварка – перспективы развития (2 часа)

Значение сварки плавлением и давлением в современной технике, ее состояние и перспективы развития в России и за рубежом. Область применения в промышленности основных способов сварки плавлением и давлением. Основная терминология в области сварки.

Тема 2. Сварные соединения и швы (2 часа)

Структура сварного соединения. Наплавленный и основной металл. Типы сварных соединений. Конструктивные элементы подготовки кромок. Основные параметры швов. Классификация сварных швов. Коэффициент формы шва и коэффициент провара. Условное обозначение сварных швов на чертежах.

Тема 3. Строение, свойства и классификация сварочных дуг (2 часа)

Строение сварочной дуги и процессы в ней протекающие. Свойства сварочной дуги. Вольтамперная характеристика. Особенности дуг постоянного и переменного тока. Классификация сварочных дуг.

Тема 4. Сварочные материалы (2 часа)

Назначение сварочных материалов. Электроды плавящиеся. Электроды для РДС. Назначение, функции электродных покрытий, классификация. Требования к электродам. Про-

калка. Условное обозначение электродов на чертежах и в технологической документации. Сварочная проволока сплошного сечения, порошковая. Назначение, классификация, сортament. Условное обозначение. Неплавящиеся электроды. Графитовые, вольфрамовые. Требования, маркировка. Газы – защитные и горючие. Требования к сортности, транспортировке. Баллоны - цвет, надпись, полоса, давление в наполненном баллоне и остаточное. Сварочные флюсы. Классификация, назначение. Требования по хранению и прокалке.

Раздел 2. Технология и оборудование сварки плавлением (10 часов)

Тема 1. Техника и технология сварки плавлением (6 часов)

Классификация дуговой сварки. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами (РДС). Определение способа, схема процесса, область применения. Достоинства и недостатки, Технологические основы РДС, основные операции технологического процесса. Расчет параметров режима сварки (ПРС). Техника сварки коротких, средних, длинных, одно- и многопроходных швов. Техника сварки в нижнем, горизонтальном, вертикальном и потолочном положении. Сварка в монтажных условиях и при минусовых температурах. Расчет параметров режима сварки (ПРС). Дуговая сварка под флюсом. Определение и сущность способа. Схема процесса. Преимущества и недостатки способа. Технология автоматической сварки под флюсом. Расчет ПРС. Дуговая сварка в защитных газах. Определение способа. Классификация. Схемы. Дуговая сварка неплавящимся электродом с присадочным материалом и без него в среде инертных газов. Подготовка кромок. Способы подачи газа в зону сварки. Расчет ПРС. Особенности сварки в среде углекислого газа. Степень механизации. Техника сварки стыковых и угловых швов. Расчет ПРС. Особенности сварки в газовых смесях. Плазменная сварка. Определение способа. Разновидности плазменных дуг. Технологические возможности плазменной дуги. Область применения. Технология плазменной сварки. Требования к подготовке кромок и сборке.

Тема 2. Техника и технология не дуговых способов сварки (2 часа)

Газовая сварка. сущность способа. Область применения. Строение пламени. Выбор вида пламени. Расчет ПРС. Выбор сварочных материалов. Подготовка кромок. Техника сварки.

Электронно-лучевая сварка. Техника и технология. Оборудование.

Тема 3. Оборудование для технологических процессов сварки плавлением (2 часа)

Технологические требования к оборудованию для сварки плавлением. Источники питания и аппаратура для дуговой сварки. Устройство поста для РДС. Требования к механизмам подачи сварочной проволоки и сварочным головкам. Устройство поста для механизированной сварки в среде активных газов, для ручной дуговой сварки неплавящимся электродов в среде инертных газов, автоматической сварки плавящимся

электродом в среде инертных газов. Выбор серийных источников питания. Оборудование для газовой сварки. Требование к устройству поста. Требования к хранению и транспортировке баллонов с газами.

Оборудование для предварительного подогрева и после сварочной термообработки.

Раздел 3. Технология и оборудование для сварки давлением (4 часа)

Тема 1. Технология и оборудование для сварки давлением (4 часа)

Контактная сварка. Классификация. Область применения. Преимущества и недостатки. Точечная, шовная, рельефная и стыковая сварка. Определения способов, схемы процессов. Циклограммы, параметры сварных точек и швов. Конструкция сварочных машин. Назначения основных узлов. Выбор контактной машины, исходя из заданных параметров заготовок. Технология точечной, шовной и рельефной сварки. Способы подготовки поверхности в единичном и массовом производстве. Исходные заготовки для рельефной и стыковой сварки, их конструктивные особенности. Расчет ПРС. Условия получения качественного соединения. Методы стыковой сварки. Конструктивная схема контактной стыковой машины. Основные узлы, их назначение. Обзор современных типов машин и их эксплуатационные характеристики.

Перечень практических занятий

Номер раздела	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
1,2	1.2 1.4 2.1	Расчет параметров режима, выбор сварочных материалов и оборудования для ручной дуговой сварки покрытыми электродами.	2
1,2	1.2 1.4 2.1	Расчет параметров режима, выбор сварочных материалов и оборудования для автоматической сварки под слоем флюса.	2
1,2	1.2 1.4 2.1	Расчет параметров режима, выбор сварочных материалов и оборудования для ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в инертных газах.	2
1,2	1.2 1.4 2.1	Расчет параметров режима, выбор сварочных материалов и оборудования для механизированной сварки в среде активных газов.	2

11.1 Основная литература

1. Сварка плавлением. Математическое описание основных процессов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.Л. Федяев, Э.Р. Галимов, А.В. Беляев, Л.В. Сироткина. Казань: Изд-во АН РТ, 2019. – 256 с. URL: http://jirbis.library.kai.ru/_docs_file/347/HTML/index.html (дата обращения: 01.01.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Физико-химия сварки плавлением [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.Л. Федяев, Э.Р. Галимов, А.В. Беляев, Л.В. Сироткина. Казань: Изд-во АН РТ, 2021. – 254 с. URL: http://elibs.kai.ru/_docs_file/516/HTML/index.html (дата обращения: 01.01.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

11.2 Дополнительная литература

1. Введение в сварочные технологии [Электронный ресурс] / под ред. С.Н. Козловский. СПб: Лань, 2011. – 416 с. URL: <http://e.lanbook.com/book/700> (дата обращения: 10.02.2022). Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Федосов, С.А. Основы технологии сварки: учебное пособие для студентов вузов / С.А. Федосов, И.Э. Оськин. Москва: Машиностроение, 2014. – 125 с.

3. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Неровный, Б.Ф. Якушин. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.

4. Математическое моделирование физических процессов в дуге и сварочной ванне: Учебное пособие / под ред. А.М. Рыбачук. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 74 с.

4. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий (адрес)	Вид занятий	Наименование оборудования/программного обеспечения
Аудитория КНИТУ-КАИ	Лекции Практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

5.1 Основная и дополнительная учебная литература

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1./Под. ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова -5-е изд., исправл. – М., "Машиностроение", 2003. – 912с.

2. Балла, О.М. *Инструментообеспечение современных станков с ЧПУ : учебное пособие / О.М. Балла. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2655-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97677>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.*
3. Балла, О.М. *Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология : учебное пособие / О.М. Балла. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1851-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99228>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.*
4. Безъязычный, В.Ф. *Основы технологии машиностроения : учебник / В.Ф. Безъязычный. — Москва : Машиностроение, 2016. — 568 с. — ISBN 978-5-9907638-4-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107152>. — Режим доступа: для авториз. пользователей..*
5. Звонцов, И.Ф. *Технологии сверления глубоких отверстий : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, П.П. Серебrenицкий, А.Г. Схиртладзе. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1373-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6598>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.*

5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ [Электронный ресурс]. URL: <https://kai.ru/web/naucno-tehniceskaa-biblioteka> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: свободный.
2. Лань: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Знаниум: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://znanium.com> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. ЮРАЙТ: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательных процессов по программе

1. Демонстрация презентаций в ходе чтения лекции
2. Образовательные ресурсы сети Интернет (компьютерный класс)

6. Оценка качества освоения программы

Итоговая аттестация проводится в форме собеседования и дает возможность участникам программы переподготовки применить полученные знания на практике, обменяться мнениями, опытом, задать вопросы и получить на них ответы, а также подвести итог всей программы и наметить перспективные планы последующей профессиональной деятельности. Окончательная оценка качества освоения программы выражается в зачете или не зачете. Слушатель считается аттестованным, если имеет оценку «удовлетворительно» и выше.

Шкала оценки на промежуточной аттестации

Выражение в баллах	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации – экзамен, зачет с оценкой
от 86 до 100	Зачтено	Отлично
от 71 до 85	Зачтено	Хорошо
от 51 до 70	Зачтено	Удовлетворительно
до 51	Не зачтено	Неудовлетворительно

7. Кадровые условия реализации программы

В реализации программы принимают участие ведущие преподаватели КНИТУ им. А.Н. Туполева (КАИ).

8. Составитель программы

1. Галимов Э.Р. д.т.н. профессор, заведующий кафедрой МСНБ
«_____».

