

Аннотации дисциплин

Оглавление

<i>Иностранный язык</i>	2
<i>Проектный менеджмент</i>	3
<i>Теория принятия решений</i>	4
<i>Организационное поведение</i>	5
<i>Теория и практика инженерного исследования</i>	6
<i>Современные энергетические технологии</i>	8
<i>Математическое моделирование сварочных процессов</i>	9
<i>Современные технологии производства энергетических машин</i>	11
<i>Специальные вопросы материаловедения</i>	12
<i>Сварные комбинированные конструкции</i>	15
<i>Механико-технологические испытания материалов</i>	19
<i>Контроль и автоматизации обработки КПЭ</i>	20
<i>Тепловые и атомные электростанции</i>	22
<i>Оперативная диагностика структурно-механического состояния металла</i>	24
<i>Технология и оборудование нанесения покрытий</i>	26
<i>Аддитивные технологии в современном производстве</i>	28
<i>Ремонт энергетического оборудования</i>	29
<i>Высокоэффективные технологии и оборудование обработки материалов</i>	30
<i>Основы физического эксперимента</i>	31
<i>САПР технологических процессов обработки материалов</i>	34

Иностранный язык

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	1 и 2 семестры
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	1 и 2 семестры
Лекции	-	-
Практические занятия	64 ч	1 и 2 семестры
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	79,4 ч	1 и 2 семестры
Курсовые проекты (работы)	-	-
Зачеты	предусмотрен	1 и 2 семестры

Цель дисциплины: приобретение коммуникативных навыков, необходимых для иноязычной деятельности по изучению и творческому осмыслению зарубежного опыта в профилирующей и смежных областях науки и техники, а также для делового профессионального общения.

Основные разделы дисциплины

1. Технический иностранный язык:

Лексика: 2000-2200 единиц (из них 1000 продуктивно) технической направленности согласно специальности;

Грамматика: Функции причастия. Обстоятельственный (зависимый) причастный оборот. Причастные обороты (конструкции). Пассивный залог. Функции герундия. Герундиальный оборот. Функции инфинитива. Инфинитивные обороты. “To have”, “to do” (функции). Модальные глаголы и их эквиваленты. Безличные предложения. Неопределенно-личные предложения. Бессоюзные предложения. Неличные придаточные предложения. Придаточные определительные предложения (с союзом, без союза). Существительное в функции определения. Эмфатические конструкции. Словообразование. Неполные придаточные предложения. Условные предложения;

Чтение оригинальных технических текстов (2500-3000 п.зн.) по специальности в профилирующей и смежных областях науки и техники;

Устная речь и аудирование (формирование навыков монологического высказывания по своей специальности и на тему диссертации, совершенствование навыков и умений устной речи в рамках тематики, предусмотренной программой (устный обмен информацией, доклады, сообщения).

2. Академическое письмо (формирование навыков аннотирования и реферирования текстов технического содержания по специальности).

Проектный менеджмент

Трудоемкость в зачетных единицах:	2	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	2 семестр
Лекции	16 ч	2 семестр
Практические занятия	16 ч	2 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	39,7 ч	2 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Зачет	предусмотрен	2 семестр

Цель дисциплины: формирование у обучающихся способности управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Основные разделы дисциплины

1. *Управление проектами: основные понятия.* Понятия «проект» и «управление проектами». Отличие проектного управления от традиционного менеджмента. Ключевые международные стандарты управления проектами.

2. *Внешняя и внутренняя среда проекта.* Проект как система. Системный подход к управлению проектами. Цели проекта. Требования к проекту. Окружение проекта. Участники проекта. Жизненный цикл проекта. Структура проекта.

3. *Экономические аспекты проекта.* Экономическая модель проекта. Принцип альтернативности при построении экономической модели проекта. Оценка экономической эффективности проекта: общие подходы.

4. *Управление проектными рисками.* Понятие риска и неопределенности. Классификация проектных рисков. Система управления проектными рисками. Основные подходы к оценке риска. Методы управления рисками.

5. *Планирование проекта.* Иерархическая структура работ проекта. Функции сетевого анализа в планировании проекта. Анализ критического пути. Определение длительности проекта при неопределенном времени выполнения операций. Распределение ресурсов.

6. *Формирование финансовых ресурсов проекта.* Оценка стоимости проекта. Планирование затрат по проекту (бюджетирование). Источники финансирования проектов.

7. *Контроль реализации проекта.* Управление качеством проекта. Мониторинг проекта. Управление изменениями. Управление конфигурацией. Понятие качества и его применение в проектах. Планирование, обеспечение и контроль качества проекта.

8. *Управление контрактами и закрытие проекта.* Типы контрактов в проектной деятельности. Организация подрядных торгов. Управление закупками проекта. Закрытие контрактов проекта. Постаудит проекта.

Теория принятия решений

Трудоемкость в зачетных единицах:	2	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	2 семестр
Лекции	16 ч	2 семестр
Практические занятия	16 ч	2 семестр
Лабораторные работы	-	
Самостоятельная работа	39,7 ч	2 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	
Зачет	предусмотрен	2 семестр

Цель дисциплины: формирование у обучающихся способности осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, выработка умения формулировать критерии принятия решений.

Основные разделы дисциплины

Основные понятия теории принятия решений (ТПР): принятие решений, процесс принятия решений, формулировка задачи принятия решений, условия принятия решений, формализация цели, критерии. Хорошо и плохо формализованные задачи принятия решений. Особенности управленческих решений (стратегических, тактических, оперативных). Системный анализ как методология изучения и решения проблем. Понятие системы, системы принятия и поддержки принятия решений.

Методы ТПР. Строгие и приближенные методы принятия (поиска) решений. Поиск оптимального и удовлетворительного (допустимого) решений. Эвристические методы поиска решения. Поиск решения в конфликтных ситуациях на основе теоретико-игровых моделей. Многокритериальные задачи принятия решений. Рациональное и иррациональное поведение лица, принимающего решения (ЛПР): теория ожидаемой и субъективной ожидаемой полезности. Методы коллективного принятия решений в больших и малых группах).

Интеллектуальные системы принятия и поддержки принятия решений.

Организационное поведение

Трудоемкость в зачетных единицах:	2	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	3 семестр
Лекции	16 ч	3 семестр
Практические занятия	16 ч	3 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	39,7 ч	3 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Зачет	предусмотрен	3 семестр

Цель дисциплины: формирование способности организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели, способности определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

Основные разделы дисциплины:

Командообразование. Самоорганизация. Причины и факторы поведения людей в коллективе. Индивидуальные представления, ценности, поступки при работе в коллективе.

Теория и практика инженерного исследования

Трудоемкость в зачетных единицах:	2	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	1 семестр
Лекции	16 ч	1 семестр
Практические занятия	16 ч	1 семестр
Лабораторные работы	-	
Самостоятельная работа	39,7 ч	1 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	
Зачеты	18 ч	1 семестр

Цель дисциплины: формирование компетенций, необходимых для организации и проведения научно-исследовательских работ на основе достижений в области математической теории инженерного эксперимента, научных наблюдений, поиска, накопления и обработки информации.

Основные разделы дисциплины

1. Характеристики научной деятельности. Методологические основы научного исследования. Наука и другие формы освоение действительности. Этапы развития науки. Наука, ее цели и функции. Характеристики и принципы научной деятельности. Научное знание. Критерии научного знания. Понятие научного исследования, его основные особенности. Этапы научного исследования: 1 Этап. Выбор направления научного исследования. Постановка научно-технической проблемы. Определение объекта, предмета, целей и задач исследования. Разработка гипотезы. 2 Этап. Выбор методов и разработка методики исследования. Проверка гипотезы. Исследование. Средства и методы научного исследования. Формулирование предварительных выводов, апробирование, уточнение. Обоснование заключительных выводов и практических рекомендаций. 3 Этап. Внедрение полученных результатов. Оформление и представление результатов исследовательской работы. Поиск, накопление и обработка научной информации: Документальные источники информации. Анализ документов. Поиск и накопление научной информации. Электронные формы информационных ресурсов.

2. Инженерное исследование. Постановка задачи и планирование инженерного исследования. Понятие и характеристики инженерного исследования. Эксперимент как предмет исследования. Классификация инженерных экспериментов. Постановка задачи: Выбор отклика объекта исследования. Требования к отклику объекта исследования. Способы формирования обобщенного отклика. Выбор факторов эксперимента. Требования к факторам. Определение экспериментальной области факторного пространства. Уровни и интервалы варьирования факторов. Выбор вида уравнения регрессии. Требования к

уравнению регрессии. Планирование эксперимента: Воспроизводимость эксперимента. Рандомизация эксперимента. Планирование полного факторного эксперимента. Планирование дробного факторного эксперимента. Метод ортогонального центрального композиционного планирования. Ротатабельный центральный композиционный план эксперимента. Некомпозиционные планы. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий (метод покоординатной оптимизации, метод крутого восхождения, симплексный метод планирования). Экспертные оценки в инженерных исследованиях.

3. Проведение инженерного эксперимента. Обработка результатов эксперимента. Предварительная подготовка эксперимента. Сбор, анализ, обработка исходных данных. Ошибки и точность наблюдений в эксперименте. Предварительная обработка данных эксперимента: Методика предварительной обработки данных эксперимента. Проверка адекватности уравнения регрессии. Оценивание с помощью доверительного интервала. Статистические гипотезы. Отсев грубых погрешностей. Сравнение двух рядов наблюдений. Критерии согласия. Анализ результатов эксперимента: Дисперсионный однофакторный и двухфакторный анализ. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ: Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Компьютерные технологии в области обработки результатов эксперимента.

Современные энергетические технологии

Трудоемкость в зачетных единицах:	5	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	180 ч	1 семестр
Лекции	32 ч	1 семестр
Практические занятия	16 ч	1 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	131,7 ч	1 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Зачет	18 ч	1 семестр

Цель дисциплины: формирование знаний о современных энергетических технологиях и приобретение навыков их применения при проектировании и исследовании энергетического оборудования.

Основные разделы дисциплины

1. Современное состояние и перспективы развития ТЭС. Структура генерирующих мощностей в РФ и мире. Динамика выработки электроэнергии, потребления топлива и старения генерирующего оборудования на российских электростанциях. ТЭС на возобновляемых источниках энергии. Энергетическая утилизация отходов и биомассы. Геотермальные ТЭС. Топливные элементы.

2. Перспективные энергетические технологии

Создание блоков на ультрасверхкритические параметры пара. Перспективы использования кипящего слоя в новых технологиях. ПГУ нового поколения. ПГУ с газификацией углей: основные системы газификации углей, тепловые схемы ПГУ, экономические и экологические показатели. Развитие теплоэнергетических технологий с низкими выбросами парниковых газов. Энерготехнологические установки.

3. Повышение эффективности существующих энергетических установок

Основные пути повышения эффективности и экономичности паротурбинных блоков. Зарубежный опыт эксплуатации блоков повышенной экономичности.

Основные принципы научно-технической политики в решении экологических проблем теплоэнергетики в России и мире. Технологические методы снижения вредных выбросов. Современные малоэмиссионные горелочные устройства. Экологически чистые проекты угольных ТЭС.

Отечественный и зарубежный опыт использования различных технологий теплоснабжения. Повышение эффективности теплоснабжения.

Угольная ТЭС нового поколения: зарубежный опыт и отечественные разработки.

4. Энергетические технологии с низкими выбросами CO₂

Атомная и гидроэнергетика. ТЭС на возобновляемых источниках энергии. Энергетическая утилизация отходов и биомассы. Геотермальные ТЭС. Солнечная и ветровая энергетика. Топливные элементы.

Математическое моделирование сварочных процессов

Трудоемкость в зачетных единицах:	5	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	180 ч	1 семестр
Лекции	16 ч	1 семестр
Практические занятия	32 ч	1 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	129,5 ч	1 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Экзамен	36 ч	1 семестр

Цель дисциплины: состоит в изучении принципов построения автоматизированных систем научных исследований, задач и путей их применения в электротехнологии.

Содержание разделов:

1. Цели и задачи математического моделирования. Численное решение нестационарного уравнения теплопроводности для моделирования процессов сварки, плавки, пайки и наплавки

Цели и задачи математического моделирования процессов сварки, плавки, пайки и наплавки. Классификация моделей. Материальное, идеальное, знаковое, математическое моделирование. Классификация математических моделей. Аналитические, цифровые, регрессионные и смешанные модели. Адекватность и верификация моделей. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка, применяемых при моделировании физических процессов. Понятие теплопроводности. Закон Фурье. Теплоемкость тела. Уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности. Начальные и краевые условия. Численные методы решения уравнения теплопроводности. Метод конечных разностей. Аппроксимация производных первого и второго порядков по методу конечных разностей. Одномерное уравнение теплопроводности в конечно-разностной форме при использовании явной и неявной разностных схем. Суть метода прогонки для решения одномерного уравнения теплопроводности. Аппроксимация граничных условий при использовании метода прогонки. Метод контрольных объемов. Решение двумерных тепловых задач с использованием явной разностной схемы (метод Эйлера). Локально-одномерные методы для решения многомерных задач с использованием неявной разностной схемы: метод переменных направлений и метод дробных шагов.

2. Численная интерпретация граничных условий и сварочных источников теплоты. Алгоритмизация задач теплопереноса на основе использования метода контрольных объемов

Граничные условия первого (условие Дирихле), второго (условие Неймана), и третьего рода (условие Ньютона, условие Робена). Особенности задания граничных условий при использовании явных схем (метод половинного контрольного объема) и

невных схем. Моделирование сварочных источников теплоты. Способы задания сварочных источников теплоты в виде граничного условия и в виде объемного источника. Условие Стефана и способы решения задачи Стефана.

3. Концепции Эйлера и Лагранжа для моделирования тепломассообмена в жидкой ванне при сварке, плавке, сварке и наплавке

Сравнение подходов Эйлера и Лагранжа к описанию процессов переноса в жидких и газообразных средах. Уравнения Навье-Стокса. Формулировка уравнений при использовании подхода Эйлера. Материальная производная. Конвективные члены. Формулировка уравнений при использовании подхода Лагранжа.

4. Подход Эйлера: алгоритм SIMPLE и методы аппроксимации свободной поверхности жидкой ванны для моделирования процессов сварки, плавки, пайки и наплавки

Проекционные формы уравнений Навье-Стокса при использовании подхода Эйлера. Метод «предиктор-корректор» (алгоритм SIMPLE) для численного решения уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости. Суть алгоритма, вывод уравнения Пуассона для расчета поля давления, удовлетворяющего условию непрерывности. Конечно-разностная аппроксимация уравнений Навье-Стокса при использовании подхода Эйлера. Необходимость применения шахматной сетки. Методы моделирования движения свободной поверхности: метод маркеров в ячейках (Marked and cell, MAC) и объема жидкости (Volume of fluid, VOF). Особенности представления свободной поверхности при необходимости пространственной дискретизации среды. Методы вычисления кривизны поверхности. Расчет сил поверхностного натяжения. Сведение поверхностных сил к объемным.

5. Подход Лагранжа: SPH-методы для изучения тепломассопереноса при сварке, плавке, сварке и наплавке

Методы крупных частиц. Сравнение метода дискретных частиц и метода сглаженных частиц. Концепция метода гидродинамики сглаженных частиц. Формулировка уравнений Навье-Стокса при использовании концепции SPH. Перспективы метода.

6. Комплексные модели сварочных процессов производства энергетического оборудования

Общий подход к разработке комплексных моделей. Понятие мультифизической модели. Метод Монте-Карло для моделирования процесса взаимодействия электронных пучков с материалами при сварке. Смешанные модели. Совместное использование Эйлеровых и Лагранжевых координат. Моделирование процессов испарения. Нелинейные задачи. Эффект Марангони.

Современные технологии производства энергетических машин

Трудоемкость в зачетных единицах:	6	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	216 ч	1 семестр
Лекции	32 ч	1 семестр
Практические занятия	32 ч	1 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	129,2 ч	1 семестр
Курсовые проекты (работы)	20,3 ч	1 семестр
Экзамен	36 ч	1 семестр

Цель дисциплины: изучение технологий, повышающих эффективность достижения качественных характеристик деталей энергетических машин.

Основные разделы дисциплины:

1. Основы вопросы технологии машиностроения. Показатели качества изготовления деталей энергетических машин. Характеристики точности детали. Показатели качества поверхности детали. Размерные цепи. Размерный анализ технологического процесса изготовления детали энергетического оборудования. Основы базирования. Порядок разработки технологического процесса производства энергетического оборудования..

2. Специальные технологии обработки деталей в энергомашиностроении.

Электрохимическая обработка. Применение электрохимических технологий в производстве энергетического оборудования. Электроэрозионная обработка. Применение электроэрозионных технологий в производстве энергетического оборудования.

Ультразвуковая обработка. Применение ультразвуковой обработки в производстве энергетического оборудования.

3. Обработка деталей на станках с ЧПУ.

Развития систем автоматического управления. Систему ЧПУ. Позиционные, контурные, универсальные системы ЧПУ. Замкнутые, разомкнутые и самонастраивающиеся системы управления. Станки с ЧПУ. Станки с ЧПУ токарной группы. Фрезерные станки с ЧПУ. Электроэрозионные станки с ЧПУ. Многооперационные станки. Применение автоматизированных систем с ЧПУ в производстве энергетического оборудования. Особенности построения технологических процессов производства деталей на станках с ЧПУ в производстве энергетического оборудования. Обработка типовых поверхностей деталей энергетического оборудования на станках с ЧПУ.

Специальные вопросы материаловедения

Трудоемкость в зачетных единицах:	7	1 и 3 семестры
Часов (всего) по учебному плану:	252 ч	1 и 3 семестры
Лекции	32 ч	1 и 3 семестры
Практические занятия	16 ч	1 и 3 семестры
Лабораторные работы	32 ч	1 и 3 семестры
Самостоятельная работа	169,2 ч	1 и 3 семестры
Курсовые проекты (работы)	-	-
Экзамен	36ч	1 семестр
Зачет	18 ч	3 семестр

Цель дисциплины: изучение влияния особенностей строения конструкционных материалов, а также превращений металлов в равновесных и неравновесных условиях на свойства конструкционных материалов с целью дальнейшего применения этих знаний в профессиональной деятельности.

Основные разделы дисциплины:

1 семестр

1. *Дефекты кристаллического строения конструкционных материалов.* Типы дислокаций, вектор Бюргера. Влияние дислокаций на деформационное упрочнение. Частичные дислокации и дефекты упаковок. Взаимодействие атомов примесей с дислокациями и дефектами упаковок. Малоугловые и большеугловые границы зерен. Когерентная граница.

2. *Строение твердых фаз и формирование структуры металлических сплавов.* Упорядоченные твердые растворы. Промежуточные фазы постоянного состава. Электронные соединения (фазы Юм-Розери), сигма-фазы, фазы Лавеса и промежуточные фазы внедрения. Условия образования и свойства этих фаз. Диаграммы равновесия в случае образования подобных фаз. Свойства сплавов при наличии этих фаз в структуре сплавов. Условия образования и форма зародыша новой фазы. Рост фазы. Нормальный рост, контролируемый процессами диффузии: превращения при постоянном и изменяющемся составе. Распад пересыщенного твердого раствора. Мартенситное превращение. Особенности мартенситного превращения в сплавах на основе железа. Промежуточное (бейнитное) превращение; температурный интервал и кинетика.

3. *Стали перлитного класса.* Основные легирующие элементы сталей перлитного класса и их влияние на свойства твердого раствора. Взаимодействие легирующих элементов с углеродом. Предварительная и основная термическая обработка сталей перлитного класса.

4. *Высокохромистые коррозионностойкие стали мартенситного, мартенсито-ферритного и ферритного классов.* Хромоникелевые стали и сплавы аустенитного класса.

Влияние концентрации углерода и дополнительного легирования на структуру и свойства высокохромистых сталей. Термическая обработка сталей ферритного и феррито-мартенситного классов. Влияние структуры на коррозионную стойкость. Соотношение хрома и никеля, необходимое для формирования аустенитной структуры. Влияние альфа-фазы, величины зерна, сигма-фазы на жаропрочность, коррозионную стойкость и технологические свойства аустенитных сталей. Стабилизация аустенитных сталей присадками титана и ниобия. Термическая обработка аустенитных сталей с однофазной структурой. Стали аустенитного класса с многофазной структурой. Аустенитные стали и сплавы с карбидным упрочнением, их термическая обработка. Аустенитные стали и сплавы с интерметаллидным упрочнением. Термическая обработка, обеспечивающая наиболее высокие жаропрочные свойства.

5. *Сплавы на основе никеля и титана.* Сплавы на основе никеля: обоснование легирования жаростойких и жаропрочных сплавов. Термическая обработка никелевых сплавов. Титан и сплавы на его основе. Методы получения титана и основные свойства. Сплавы на основе титана: классификация, термическая обработка и области применения.

3 семестр

6. *Закономерности фазовых превращений в твердом состоянии. Формирование вторичной структуры в неравновесных условиях охлаждения.* Влияние скорости нагрева и охлаждения на температуры фазовых превращений. Неравновесная кристаллизация сплавов с полной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Коэффициент распределения. Кристаллизация эвтектики и перитектики в неравновесных условиях. Роль строения межфазных границ в фазовых превращениях. Гомогенное (флуктуационное) и гетерогенное зарождение фаз. Влияние скорости охлаждения на характер выделения новой фазы. Образование вторичного твердого раствора. Эвтектоидное превращение (квазиэвтектоид). Образование структуры видманштетта. Кинетика фазовых превращений.

7. *Формирование структуры металла сварных соединений. Строение металла сварных соединений сталей разных структурных классов.* Сварные соединения сталей перлитного класса (углеродистых, низколегированных без карбидообразующих и с карбидообразующими элементами), аустенитного класса, мартенситного и феррито-мартенситного классов. Особенности структуры и свойств сварных соединений, выполненных концентрированными потоками энергии. Кристаллизация металла шва. Структура сварных швов металлов и сплавов без полиморфных превращений и с полиморфными превращениями. Структура зоны термического влияния. Влияние структурных факторов на свойства металла сварных соединений. Превращения в зоне термического влияния при неравновесном нагреве выше температуры фазовых

превращений. Превращения при непрерывном охлаждении с температур выше критических. Влияние термического цикла сварки на структуру металла сварных соединений. Термическая обработка сварных соединений углеродистых, низко- и среднелегированных сталей, высоколегированных, хромистых и хромоникелевых сталей. Обоснование выбора термической обработки, исходя из структуры, свойств и условий работы изделия.

9. *Антикоррозионная наплавка аустенитной стали на перлитную.* Формирование структуры наплавки. Термический цикл наплавки. Напряжения, возникающие при наплавке. распределение легирующих элементов и углерода в антикоррозионной наплавке. Микроструктура основных зон наплавки.

Сварные комбинированные конструкции

Трудоемкость в зачетных единицах:	8	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	288 ч	2 семестр
Лекции	32 ч	2 семестр
Практические занятия	16 ч	2 семестр
Лабораторные работы	16ч	2 семестр
Самостоятельная работа	201,2 ч	2 семестр
Курсовые проекты (работы)	20,3 ч	2 семестр
Экзамен	36 ч	2 семестр

Цель дисциплины: изучение технологии сварки разнородных металлов и сплавов для научно обоснованного построения технологических процессов изготовления сварных комбинированных конструкций энергетического оборудования

Содержание разделов:

1. Физико-химические процессы при сварке разнородных металлов.

Эффективность использования сварных соединений разнородных металлов и сплавов. Классификация комбинированных конструкций. Примеры применения конструкций из разнородных металлов и сплавов. Особенности формирования сварных соединений разнородных металлов. Физико-химические основы сварки металлов. Сварка давлением, сварка плавлением (наплавка и сварко-пайка), пайка разнородных металлов. Физическая и технологическая свариваемость металлов. Особенности формирования сварных соединений разнородных металлов.

Тепловые процессы при сварке разнородных материалов КПЭ. Особенности распространения теплоты и распределения температуры при сварке разнородных металлов. Основные расчетные схемы нагрева сварочными источниками теплоты. Распределение температур при сварке стержней из разнородных металлов. Распределение температур при сварке пластин со сквозным проплавлением. Распределение температур при сварке массивных деталей поверхностным источником. Оценка размеров зоны термического влияния при сварке разнородных толстых пластин. Экспериментальное определение температурных полей.

Взаимная растворимость металлов в твердом и жидком состояниях. Общие правила относительной предельной растворимости первичных твердых растворов. Электроотрицательность атома. Размерный фактор и фактор электроотрицательности для предсказания характера растворимости.

Анализ структурно-фазового состояния и прогнозирование свойств сварных соединений разнородных металлов с помощью диаграмм состояния. Сварные соединения металлов, образующих непрерывный ряд твердых растворов. Сварные соединения

металлов, имеющих ограниченную растворимость в твердом состоянии и образующих эвтектические смеси.

Анализ структурно-фазового состояния и прогнозирование свойств сварных соединений разнородных металлов с помощью диаграмм состояния. Сварные соединения металлов, не растворимых в твердом состоянии и образующих механические смеси. Сварные соединения металлов, образующих химические соединения. Прогноз возможности сварки разнородных металлов по диаграммам состояния.

Основные понятия, определения и закономерности диффузии. 1-ый и 2-ой законы Фика. Решение дифференциальных уравнений концентрационной диффузии. Диффузия в бесконечном стержне из разнородных материалов. Диффузия от непостоянного плоского источника в бесконечном стержне. Диффузия от цилиндрического линейного источника в бесконечной пластине. Диффузия от непостоянного шарового точечного источника. Энергия активации. Коэффициент диффузии. Диффузия в железе элементов, образующих твердые растворы внедрения. Диффузия углерода азота, бора, водорода и кислорода в железе. Диффузия в железе элементов, образующих твердые растворы замещения. Эффект Киркендалла. Параметры диффузии легирующих элементов в аустените многокомпонентных сплавов железа.

Диффузия при взаимодействии твердой и жидкой фаз в процессе сварки. Равновесные коэффициенты ликвации элементов в железе. Коэффициенты диффузии некоторых элементов в жидком железе. Растворение при взаимодействии твердой и жидкой фаз в процессе сварки. Скорость переноса массы твердого вещества через поверхность контакта твердого и жидкого металла. Параметры диффузии некоторых элементов в жидком металле.

Поверхностные явления при сварке различных пар материалов. Межфазная поверхность. Поверхностное натяжение. Адгезия. Адсорбция. Капиллярные явления. Растекаемость жидкости. Краевой угол смачивания. Уравнение Юнга. Процессы смачивания для различных пар металлов (примеры).

Электромагнитные и термоэлектрические эффекты при сварке разнородных материалов. Источники магнитных полей при сварке разнородных металлов и их влияние на параметры источника теплоты. Изменение пространственных параметров электронного пучка при сварке разнородных материалов. Способы, снижающие степень воздействия магнитных полей на источник теплоты. Размагничивание деталей перед сваркой. Использование экранов из магнитомягких материалов с высокой магнитной проницаемостью для транспортировки пучка от анода пушки до поверхности изделия. Компенсация тока в зоне сварки. Введение в зону сварки дополнительных материалов. Ориентация пучка в направлении, противоположном отклонению.

2. Формирование сварных соединений при сварке разнородных материалов

Строение зоны сплавления сварных соединений разнородных металлов.

Определение степени проплавления и состава металла шва при наплавке, односторонней сварке с и без присадочных материалов. Структурная неоднородность металла сварных соединений разнородных сталей. Диаграмма Шеффлера.

Диффузионные процессы в зоне сплавления разнородных металлов и сплавов. Диффузионные прослойки. Механизм и кинетика образования и роста карбидных и интерметаллических фаз. Образование диффузионных прослоек в зоне сплавления разнородных сталей и определение их размеров.

Образование и рост интерметаллических прослоек в сварных соединениях разнородных металлов. Температурно-временная зависимость появления интерметаллидов. Изменение толщины общей интерметаллической прослойки в сварных соединениях разнородных металлов в зависимости от температуры и времени нагрева. Условие получения качественных соединений разнородных металлов сваркой давлением.

Кристаллизационные прослойки. Образование мартенситных прослоек в металле шва при сварке разнородных сталей. Влияние состава аустенитного шва на ширину прослоек. Влияние режимов сварки и технологических факторов на формирование мартенситных прослоек.

Остаточные напряжения в типовых комбинированных конструкциях. Понятие о сварочных деформациях и напряжениях. Закономерности развития остаточных напряжений в комбинированных конструкциях. Эпюры остаточных напряжений после сварки «однородных» пластин, разнородных пластин аустенитным швом, разнородных пластин с образованием в шве закалочных структур. Перераспределение остаточных напряжений после термической обработки.

3. Сварные комбинированные конструкции из сталей разных структурных классов

Способы сварки разнородных металлов. Соединение разнородных металлов в твердом состоянии. Основные виды сварки давлением. Соединение разнородных металлов сваркой плавлением и наплавкой. Источники для сварки: зависимые (типа дуги прямого действия) и независимые (типа косвенной дуги, электронного пучка и т.п.).

Технологические приемы сварки разнородных материалов. Расплавление соединяемых кромок. Расплавление более легкоплавкого из соединяемых металлов (сварка – пайка). Расплавление более легкоплавкого металла и нанесение покрытий на поверхность более тугоплавкого. Применение металлических вставок. Переходные соединения (переходники). Наплавка на свариваемые кромки промежуточного металла (облицовка кромок). Сварка разнородных сталей. Выбор материалов и технологии изготовления комбинированных сварных конструкций из разнородных сталей.

Сварные соединения сталей одного структурного класса. Соединения перлитных сталей. Соединение высокохромистых сталей. Соединения высокохромистых ферритных сталей с феррито-аустенитными. Соединения аустенитных и феррито-аустенитных сталей.

Сварные соединения сталей разных структурных классов. Сварка перлитных сталей с мартенситными и мартенсито-ферритными сталями. Сварка аустенитных и аустенито-ферритных сталей с перлитными, мартенситными и мартенсито-ферритными сталями. Оптимальный состав металла шва сварных соединений. Наплавка аустенитных сталей на стали перлитного класса. Технология плазменной наплавки. Выбор режимов наплавки. Состав и структура наплавки. Химическая и структурная неоднородности в зоне сплавления разнородных сталей.

4. Сварные комбинированные конструкции из сталей и цветных металлов и сплавов на их основе.

Технология сварки сталей с медью. Особенности взаимодействия меди и стали при сварке. Особенности технологии сварки. Сварка сталей с алюминием и его сплавами. Сварка с нанесением покрытия на сталь. Сварка с использованием биметаллических переходников. Сварка сталей с титаном и его сплавами. Сварка сталей с ниобием.

Технология сварки алюминия с медью. Пути повышения прочности сварных соединений дополнительное механическое упрочнение медно-алюминиевого сварного соединения, содержащего значительный процент меди. Ограничение или исключение перехода меди в медно-алюминиевое соединение. Введение в шов при его формировании легирующих присадок и модификаторов с целью активного воздействия на процесс кристаллизации. Влияние различных факторов на содержание меди в металле шва и свойства соединений.

Технология сварки биметаллов. Рекомендации по сварке биметалла. Соединения, в которых отсутствует металлическая связь между швом основного и плакирующего слоя. Соединение с разделительным слоем из специального сплава. Соединения, выполненные сваркой и наплавкой, отличающиеся наличием металлической связи между швом и наплавкой. Соединения, в которых отсутствует металлическая связь между швом основного и плакирующего слоя. Комбинации металлов, соединение электронно-лучевой и лазерной сваркой.

Механико-технологические испытания материалов

Трудоемкость в зачетных единицах:	6	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	216 ч	2 семестр
Лекции	16 ч	2 семестр
Практические занятия	16 ч	2 семестр
Лабораторные работы	32 ч	2 семестр
Самостоятельная работа	149,5 ч	2 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Экзамен	36 ч	2 семестр

Цель дисциплины: Изучение основных методов и технических средств механико-технологических испытаний и определения механических и технологических свойств конструкционных материалов.

Основные разделы дисциплины:

Общие понятия о прочности и механико-технологических испытаниях и свойствах материалов. Теоретическая и реальная прочность металла. Работоспособность, надежность и долговечность металла. Назначение механико-технологических испытаний материалов и принципы их классификации. Понятия о ресурсе эксплуатации материалов и изделий. Испытания материалов при кратковременном нагружении. Дислокационный механизм пластической деформации металла при его нагружении. Оборудование и методика испытаний металла на растяжение. Характеристики упругости, прочности, пластичности материалов, определяемые растяжением. Сжатие, диаграммы сжатия, показатели механических свойств, определяемые при сжатии. Изгиб, диаграммы изгиба, показатели механических свойств, определяемые при изгибе. Методы определения твердости металла. Ударная вязкость и ее значение при оценке прочности металла. Методы определения ударной вязкости и ее составляющих. Влияние температуры, скорости нагружения и скорости деформации на механические свойства материалов. Испытания материалов при длительном нагружении. Ползучесть металла. Длительная прочность. Диаграмма релаксации напряжений. Металловедческие факторы, влияющие на жаропрочность конструкционных материалов. Трещиностойкость металла. Силовые, деформационные и энергетические характеристики трещиностойкости металла. Критическая температура хрупкости металла и методы ее определения. Испытания материалов при знакопеременном нагружении. Усталость металла. Предел выносливости. Механико-технологические испытания материалов. Испытания материалов на заданную и предельную пластичность. Испытания на свариваемость, сопротивление образованию горячих и холодных трещин. Испытания на прокаливаемость, методы пробной и торцевой закалки.

Контроль и автоматизации обработки КПЭ

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	2 семестр
Лекции	-	-
Практические занятия	32 ч	2 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	73,5 ч	2 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Экзамен	36 ч	2 семестр

Цель дисциплины: состоит в изучении средств и методов контроля и автоматизации технологических процессов обработки материалов концентрированными потоками энергии (КПЭ) для последующего их использования в профессиональной деятельности

Основные разделы дисциплины:

1. *Основные понятия и определения в области контроля и автоматизации обработки КПЭ.* Контроль и автоматизация технологических процессов как средство интенсификации производства и повышения качества продукции. Задачи контроля и автоматизации. Структура систем контроля и управления: датчики, исполнительные элементы, вычислительные устройства. Понятие о визуализации и протоколировании технологических процессов. Возможности измерения электрических и технологических величин, косвенные измерения, управление по косвенным параметрам.

2. *Исполнительные устройства систем автоматического управления.* Области применения и основные характеристики преобразователей напряжения и частоты, исполнительных электроприводов постоянного и переменного тока, шаговых приводов, электрогидравлических приводов. Многокоординатные приводы, системы позиционирования рабочего органа.

3. *Контроль и автоматизация дуговых технологических установок.* Электрическая дуга как объект управления. Условия устойчивости дуги. Требования к характеристикам источников питания дуговых установок. Способы регулирования тепловыделения в дуге. Задачи и алгоритмы контроля и управления дуговыми сварочными и плавильными процессами.

4. *Контроль и автоматизация электронно-лучевых и лазерных технологических установок.* Электронно-лучевые установки (ЭЛУ) как объекты управления. Источники анодного питания, защита от перенапряжений и технологических коротких замыканий. Управление мощностью электронного пучка, отклонением и разверткой в ЭЛУ различного назначения (плавильных, для сварки и размерной обработки). Комплексное управление

ЭЛУ с применением компьютерных и микропроцессорных средств. Задачи и алгоритмы управления сварочными, плавильными и испарительными ЭЛУ. Примеры. Управление технологическим процессом непрерывного нанесения процесса на рулонный материал.

Особенности контроля и автоматизации лазерных технологических процессов. Адаптивные системы управления лазерными установками. Источники питания твердотельных и газовых лазеров.

5. *Контроль и автоматизация плазменных технологических установок.* Устойчивость плазменной дуги, требования к источникам питания плазменных технологических установок. Задачи и алгоритмы контроля и управления промышленными плазмотронами. Особенности управления вакуумными плазменными установками с полым катодом. Характеристики разряда с полым катодом.

6. *Компьютерные и микропроцессорные средства автоматизации.* Цифровая форма представления информации. Преимущества цифровых средств автоматизации. Основы арифметических и логических операций в цифровых устройствах. Обобщенная структура цифровой ЭВМ, определение и обобщенная структура микропроцессора. Устройства связи микропроцессорных систем с объектом. Устройства сбора и выдачи дискретных и аналоговых сигналов. Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование сигналов. Структура микропроцессорных систем контроля и автоматизации. Информационные и управляющие системы, режимы работы ЭВМ в системах управления. Иерархическая структура систем управления. Централизованные и распределенные системы. Требования к вычислительным возможностям микропроцессорных средств управления. Обзор компьютерных и микропроцессорных средств управления (промышленные компьютеры, микропроцессорные регуляторы, программируемые логические контроллеры, встроенные микропроцессорные блоки управления), их области применения, функциональные возможности и основные характеристики.

Тепловые и атомные электростанции

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	2 семестр
Лекции	32 ч	2 семестр
Практические занятия	16 ч	2 семестр
Лабораторные работы	-	
Самостоятельная работа	59,7 ч	2 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	
Зачет	18 ч	2 семестр

Цель дисциплины: изучение основных принципов работы и устройства оборудования на тепловых и атомных станциях, его конструирования и особенностей эксплуатации, а также влияния на окружающую среду

Содержание разделов:

1. Устройство и функционирование современной КЭС

Энергетика и электрогенерирующие станции. Типы ТЭС. Общее представление о современной конденсационной тепловой электрической станции (КЭС). Технологический процесс преобразования химической энергии топлива в электроэнергию на КЭС. Принципиальная тепловая схема (ПТС) паротурбинной КЭС. Показатели тепловой экономичности КЭС. Главный корпус ТЭС. Вспомогательное оборудование: типы, схемы включения и конструкции регенеративных подогревателей, термических деаэрационных установок, питательных насосов. ПТС турбоустановок с турбинами К-300(310)-23,5; К-500-23,5; К-800-23,5; К-1200-23,5 и конструкции комплектующего их теплообменного оборудования.

2. Устройство и функционирование современной ТЭЦ

Снабжение паром промышленных предприятий и теплом населения крупных и средних городов. Понятие о теплофикации. Представление о тепловых сетях крупных городов. Раздельная и комбинированная выработка электроэнергии и тепла. Технологический процесс преобразования химической энергии топлива в электроэнергию на современной теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). Схема теплофикационной установки ТЭЦ. График тепловой нагрузки теплосети и работа теплофикационной установки ТЭЦ. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ. ПТС турбоустановок с турбинами Т-110/120-12,8; Т-250-23,5 ; Т-185/220-12,8; ПТ-80/100-12,8; Р-102/107-12,8/1,47 и конструкции комплектующего их теплообменного оборудования.

3. Газотурбинные и парогазовые ТЭС. Устройство современных АЭС

Газотурбинные установки электростанций (ГТЭС). ПТС ГТЭС и ГТУ-ТЭЦ (г. Электросталь). Элементы ГТЭС и их конструкции. Преимущества и недостатки ТЭС с ГТУ. Парогазовые установки электростанций (ПГУ КЭС): ПТС ПГУ утилизационного типа; ПТС ПГУ со сбросом уходящих газов ГТУ в энергетический котел; ПТС ПГУ с вытеснением регенерации. ПТС теплофикационных установок ПГУ-ТЭЦ. Конструкция котла-

утилизатора ПГУ. Преимущества и недостатки ТЭС с ПГУ. Технологические схемы производства электроэнергии на одноконтурных АЭС с реакторами типов РБМК и ВВЭР на АЭС. ПТС турбоустановки с турбиной К-1000-6/3000 и конструкции комплектующего теплообменного оборудования (для ВВЭР-1000). Преимущества и недостатки АЭС по сравнению с ТЭС.

4. Режимы работы ТЭС и АЭС

Работа ТЭС в составе энергосистемы. Графики электрических нагрузок. Структура управления режимами. Классификация режимов работы ТЭС. Работа ТЭС при переменных режимах. Маневренные характеристики оборудования. Особенности эксплуатации ТЭЦ. Режимы работы энергетических ГТУ. Режимы работы двухконтурных АЭС с реакторами типа ВВЭР-ТОИ и системой аккумулирования тепловой энергии (САТЭ). Конструктивные особенности САТЭ.

Оперативная диагностика структурно-механического состояния металла

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	3 семестр
Лекции	16 ч	3 семестр
Практические занятия	16 ч	3 семестр
Лабораторные работы	32 ч	3 семестр
Самостоятельная работа	77,5 ч	3 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Экзамен	36 ч	3 семестр

Цель дисциплины: формирование знаний по прогрессивным методам контроля и оперативной диагностики структурно-механического состояния металла энергетического оборудования на стадиях изготовления и эксплуатации.

Основные разделы дисциплины:

Цели и задачи оперативной диагностики металла. Общие понятия о диагностике структурно-механического состояния металла. Оперативная диагностика металла энергооборудования и трубопроводов. Основные нормативные документы. Условия работы, повреждения и требования, предъявляемые к металлу в энергетике. Основные типы дефектов металла, возникающих в процессе изготовления энергооборудования и трубопроводов. Понятия о ресурсе эксплуатации энергооборудования и трубопроводов. Меры ресурса. Назначенный ресурс, парковый ресурс, индивидуальный ресурс, остаточный ресурс. Обеспечение ресурса на стадии проектно-конструкторских работ. Обеспечение ресурса на стадиях изготовления, монтажа, эксплуатации, ремонта и восстановления оборудования и трубопроводов. Общие понятия о ресурсе эксплуатации оборудования и трубопроводов. Параметры оценки предельного состояния металла. Меры ресурса. Проектный, назначенный, парковый, индивидуальный и остаточный ресурсы. Обеспечение ресурса на стадиях изготовления, монтажа, эксплуатации, ремонта и восстановления оборудования и трубопроводов. Методы оценки остаточного ресурса по температурным, геометрическим и структурным параметрам. Экспрессный метод оценки остаточного ресурса сварных соединений коллекторов котлов и паропроводов по структурному параметру. Восстановление и продление ресурса эксплуатации оборудования и трубопроводов. Структурные изменения в металле, происходящие в процессе изготовления и эксплуатации оборудования и трубопроводов. Накопление повреждаемости в металле в процессе длительной эксплуатации оборудования и трубопроводов. Параметры и шкалы для оценки повреждаемости основного металла и металла сварных соединений. Электромагнитные и ультразвуковые методы контроля твердости и прочностных

характеристик металла. Оперативная диагностика напряженно-деформированного состояния металла деталей и конструкций методом коэрцитивной силы Оперативный неразрушающий контроль микроструктуры металла переносным микроскопом и методом пластических реплик. Физико-механические основы безобразцового контроля механических свойств материалов индентированием. Контроль твердости металла переносными и портативными приборами с различным принципом действия. Методики безобразцового контроля модуля нормальной упругости, предела текучести, временного сопротивления металла индентированием. Экспресс-контроль трещиностойкости упрочняющих покрытий с использованием кинетического индентирования и метода акустической эмиссии. Нормативная база безобразцового контроля.

Технология и оборудование нанесения покрытий

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	3 семестр
Лекции	32 ч	3 семестр
Практические занятия	32 ч	3 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	77,5 ч	3 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Экзамен	36 ч	3 семестр

Цель дисциплины:

Изучение общих закономерностей физико-химических явлений, лежащие в основе современных процессов нанесения покрытий, методов геотермического и электротермического нанесения покрытий, методов вакуумного нанесения покрытий, процессов образования покрытий различного типа на металлических и неметаллических поверхностях, методов и режимов получения покрытий с необходимой структурой и эксплуатационными свойствами, методик метрологического контроля технологических параметров формирования и свойств покрытий.

Основные разделы дисциплины:

1. Классификация технологических процессов нанесения покрытий. Подготовка поверхности при нанесении покрытий

1.1. Классификация технологических процессов нанесения покрытий. Подготовка поверхности при нанесении покрытий

Изменение физико-химических свойств поверхностей при нанесении покрытий. Классификация покрытий. Основные методы нанесения неорганических покрытий при производстве энергетического оборудования. Мойка водой. Обезжиривание. Травление. Механические способы подготовки поверхности. Электрофизическая подготовка поверхности. Ионно-химические способы очистки и активации поверхности изделий. Электродуговые способы очистки. Электронно-лучевая очистка поверхностей. Очистка поверхности световыми потоками. Термическая и химико-термическая очистка поверхностей. Обезвоживание поверхностей изделий. Контроль состояния подготовленной поверхности деталей и изделий энергетического оборудования. Методы нанесения неорганических покрытий.

2. Газотермическое напыление покрытий

2.1. Теоретические основы процесса газотермического напыления. Методы газотермического напыления и их классификация.

Газотермическое напыление. Структура газотермических покрытий. Поверхность подложки. Образование покрытия. Формирования напыляемого слоя. Формирование

потока напыляемых частиц и покрытия. Классификация газотермического напыления покрытий. Материалы для газотермического напыления..

2.2. Плазменное напыление покрытий. Газопламенное напыление покрытий

Плазменная струя как источник нагрева и распыления. Способы плазменного напыления и их технологические особенности. Параметры режима плазменного напыления и их влияние на эффективность процесса. Области применения. Преимущества и недостатки метода. Установка для плазменного напыления покрытий. Газовое пламя, как источник нагрева и распыления материала. Технологические особенности способов газопламенного напыления для производства деталей и изделий энергетического оборудования. Области применения. Преимущества и недостатки. Установка для газопламенного напыления.

2.3. Детонационно-газовое напыление покрытий. Электродуговая и высокочастотная индукционная металлизация

Детонационный взрыв газовой смеси и продукты его распада – источник нагрева и распыления материала. Технологические особенности способов детонационно-газового напыления для производства деталей и изделий энергетического оборудования. Параметры режима детонационно-газового напыления и их влияние на эффективность процесса. Области применения. Преимущества и недостатки. Установка для детонационно-газового напыления. Дуга как источник нагрева распыляемого материала. Технологические особенности способов электродуговой металлизации для производства деталей и изделий энергетического оборудования. Параметры режима электродуговой металлизации и их влияние на эффективность процесса. Области применения. Преимущества и недостатки. Высокочастотная металлизация и ее технологические особенности. Установка для напыления покрытий дуговой металлизацией.

3. Контроль качества нанесенных покрытий

3.1. Контроль качества нанесенных покрытий

Методы оценки прочности покрытий. Остаточные напряжения. Несплошности в покрытиях (пористость). Определение толщины и равномерности покрытий. Металлографические и рентгеноструктурные исследования покрытий. Методы оценки функциональных свойств покрытий нанесенных на детали и изделия энергетического оборудования.

Аддитивные технологии в современном производстве

Трудоемкость в зачетных единицах:	4	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	3 семестр
Лекции	32 ч	3 семестр
Практические занятия	32 ч	3 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	77,5 ч	3 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Экзамен	36 ч	3 семестр

Цель дисциплины. Ознакомление студентов с основными видами новейших технологий, относящихся к аддитивным. Применение этих технологий позволяет на основе данных о виртуальных моделях твердых тел изготавливать физические модели в результате сравнительно легких и быстрых производственных процессов. В рамках курса «Аддитивные технологии в современном производстве» планируется познакомить студентов с достоинствами, недостатками и особенностями применения этих технологий в современном производстве.

Основные разделы дисциплины:

1. Общие представления о процессе аддитивного производства. Различия между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ. Развитие аддитивных технологий.

2. Общая последовательность процесса аддитивного производства; этапы аддитивного производства. Различия технологий аддитивного производства

3. Знакомство с основными видами аддитивных технологий (фотополимеризация, плавление порошков в сформированном слое, экструзионные процессы, струйная печать, процессы направленного энерговклада, технологии прямой записи).

4. Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Прямое цифровое производство. Проектирование для аддитивного производства. Рекомендации по выбору технологии

Ремонт энергетического оборудования

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	3 семестр
Лекции	16 ч	3 семестр
Практические занятия	16 ч	3 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	75,7 ч	3 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Зачет	18 ч	3 семестр

Цель дисциплины: изучение ремонтных и сервисно - эксплуатационных технологий для обеспечения работоспособности энергетического оборудования

Основные разделы дисциплины

1. Структура ремонтного хозяйства энергетических объектов

Организация ремонтной службы предприятия. Структурная схема ремонтного хозяйства объектов энергетики. Задачи и функции ремонтной службы предприятия. Основные функциональные обязанности отделов ремонтного хозяйства. Системы ремонтов. Ремонтный цикл. Служба контроля и основные методы контроля состояния элементов энергетического оборудования.

2. Основы технического обслуживания объектов энергетики

Способы оценки повреждаемости, накопленной металлом энергетического оборудования в процессе эксплуатации. Диагностика состояния металла длительно эксплуатировавшегося энергетического оборудования. Анализ структуры и механических свойств отремонтированных методом сварки элементов порового котла. Оформление приемо-сдаточной технической документации на ремонт энергетического оборудования.

3. Основные ремонтные технологии объектов энергетики

Основные способы восстановления: сварка, наплавка, металлизация, газопламенное нанесение порошковых материалов, гальванические покрытия, заливка жидким металлом, применение пластмасс и клеев. Электроискровое легирование.

Перспективные способы восстановления деталей, упрочняющая обработка, термическая и химико-термическая обработка.

4. Техника безопасности при проведении ремонта энергетического оборудования

Охрана труда при проведении ремонтных работ на объектах энергетики и ремонтных цехах. Организация рабочего места при проведении ремонтных операций. Оборудование и средства обеспечения безопасности труда.

Высокоэффективные технологии и оборудование обработки материалов

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	3 семестр
Лекции	16 ч	3 семестр
Практические занятия	16 ч	3 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	75,7 ч	3 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Зачет	18 ч	3 семестр

Цель дисциплины: является изучение технологий, повышающих эффективность достижения качественных характеристик деталей энергетических машин

Содержание разделов:

1. Физические основы методов и способы повышение качества поверхности деталей в энергомашиностроении

Физические основы и способы поверхностно-пластического деформирования. Статические и динамические способы поверхностно-пластического деформирования деталей энергетического оборудования. Способы обкатки и выглаживания поверхности. Дробеструйная обработка, виброгалтовка поверхности. Физико-химические методы модифицирования свойств поверхностей деталей энергетического оборудования. Поверхностное легирование поверхности детали.

2. Физические основы и способы комбинированных методов обработки материалов

Электроконтактная обработка деталей энергетических машин. Анодно-механическая обработка в энергомашиностроении. Электроэрозионно-электрохимическая обработка. Электрохимическая абразивная обработка. Электрохимическая обработка с поверхностно-пластическим деформированием. Магнитно-абразивная обработка. Импульсные методы обработки материалов в энергомашиностроении. Гальванические методы обработки поверхности детали. Электроэрозионное легирование поверхности детали. Методы поверхностной термообработки. Обработка в электролитной плазме. Импульсные методы обработки. Оборудование, технологические возможности, области эффективного применения лектроконтактной, анодно-механической, абразивно-электрохимической, электроэрозионно-электрохимической обработки и абразивно - электроэрозионной обработки.

3 Технология композиционных материалов

Виды, особенности, характеристики композиционных материалов. Основные этапы производства изделий из композиционных материалов.

Основы физического эксперимента

Трудоемкость в зачетных единицах:	5	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	180 ч	3 семестр
Лекции	32 ч	3 семестр
Практические занятия	16 ч	3 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	129,5 ч	3 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Экзамен	36 ч	3 семестр

Целью дисциплины: овладение основами методики физического эксперимента, выработка у студентов навыков самостоятельной деятельности в осуществлении физического эксперимента.

Содержание разделов:

1. Введение. Методы анализа современного состояния научно-технической проблемы

Основные методы научного исследования. Место эксперимента в научном исследовании, виды экспериментов. Методы поиска научной информации. Современные системы и ресурсы для поиска научной информации в сети интернет (электронные каталоги, поисковые системы, реферативные базы данных). Поиск научной информации по теме исследования в реферативной базе Scopus и системе ScienceDirect. Основные понятия и определения физического эксперимента, цели эксперимента. Натурный эксперимент.

2. Виды и методы измерения. Виды средств измерений

Классификация измерений по точности, природе и уравнениям измерений. Принципы и методы измерений. Метод непосредственной оценки и методы сравнения с мерой. Исторические аспекты создания международной системы единиц СИ. Наименования и обозначения единиц системы СИ, производные единицы, кратные и дольные единицы, правила написания обозначений единиц на русском и английском языке. Единицы, не входящие в систему СИ. Система измерения Гаусса (СГС, МКС, МТС, МКГСС). Системы единиц электромагнитных величин (СГСЭ, СГСМ, СГС). Перевод единиц измерения физических величин. Меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки и системы, измерительные принадлежности. Погрешности измерений и средств измерений. Абсолютная и относительная погрешность измерения. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности средств измерений. Классы точности. Принципы оцифровки аналогового сигнала. Устройство аналого-цифрового преобразователя. Автоматизированные измерительные системы. Виртуальные информационно-измерительные системы. Интеллектуальные измерительные системы.

3. Получение экспериментальных данных. Измерение физических величин в инженерном эксперименте

Основные физические принципы измерения температуры. Виды средств измерения температуры. Термометр сопротивления. Термоэлектрический преобразователь. Термопарные методы измерения температуры. Бесконтактные методы измерения температуры. Спектральные характеристики различных материалов. Оптический и инфракрасный пирометр. SWIR-камера. Термоиндикаторные покрытия. Измерение температуры при технологических процессах обработки металлических материалов (сварка, термическая обработка). Классификация средств и методов измерения линейных и угловых размеров. Оптико-электронные приборы и системы для измерения геометрических величин. Лазерные триангуляционные датчики и зонды. Лазерный микрометр и профилометр. Применение оптического микроскопа для измерения линейных и угловых размеров объектов и параметров микроструктуры металла. Методы количественной металлографии. Измерение параметров поверхности. Лазерный конфокальный микроскоп. Измерение тока и напряжения в лабораторном эксперименте. Измерение активного сопротивления, емкости и индуктивности. Устройство и принцип работы RLC измерителя. Температурные зависимости удельного электрического сопротивления металлических материалов. Сплавы с высоким и низким удельным сопротивлением. Измерение индукции магнитного поля. Типы магнитных датчиков. Магниторезисторы и датчики Холла. Линейный преобразователь магнитного поля. Измерение магнитного поля термоэлектрических токов при электроннолучевой сварке.

4. Математические методы обработки одномерных наборов экспериментальных данных

Классификация задач математической обработки экспериментальных данных. Оптимизация при решении задачи о наименьших квадратах. Метод сопряженных градиентов, метод Левенберга-Марквардта. Применение математических пакетов программ (Matlab, Mathcad) для обработки экспериментальных данных. Статистическая обработка сигналов. Математические методы фильтрации одномерных сигналов. Математические методы определения времени задержки сигналов. Динамическое программирование. Применение искусственной нейронной сети для решения задачи регрессии.

5. Математические методы обработки двумерных наборов экспериментальных данных

Цифровое изображение как дискретный сигнал двух переменных. Принципы формирования цифрового изображения. Типы сенсоров и области их применения. Устройство и принцип работы оптических CCD и CMOS сенсоры. Датчики для инфракрасного диапазона измерений (NIR и SWIR). Характеристическая кривая сенсо-ра.

Цветовые пространства (RGB, CMYK, HLS) и форматы для хранения цифровых изображений (RAW, TIFF, JPEG). Математическое описание операций над изображениями. Принципы обработки цифровых изображений при физических измерениях. Двумерное дискретное преобразование Фурье. Фильтрация изображений. Алгоритмы выделения краев на изображении. Применение математических пакетов в решении прикладных задач анализа изображения. Косвенный метод диагностики электронного пучка по его изображению в видимом спектре.

САПР технологических процессов обработки материалов

Трудоемкость в зачетных единицах:	5	3 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	180 ч	3 семестр
Лекции	32 ч	3 семестр
Практические занятия	16 ч	3 семестр
Лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	129,5 ч	3 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Экзамен	36 ч	3 семестр

Цель дисциплины: состоит в изучении систем автоматизированного проектирования и математического моделирования сварочных технологических процессов для их последующего использования в работе.

Содержание разделов:

1. Общие представления о процессе аддитивного производства. Различия между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ. Развитие аддитивных технологий и их применение для производства энергетического оборудования

Аддитивное производство и области его использования. Различия между аддитивным производством и обработкой на станках. Этапы развития аддитивных технологий. Общее представление процесса аддитивного производства. Преимущества и недостатки процессов аддитивного производства. Развитие аддитивных технологий и их применение для производства энергетического оборудования

2. Общая последовательность процесса аддитивного производства при производстве энергетического оборудования; этапы аддитивного производства при производстве энергетического оборудования. Различия технологий аддитивного производства

Этапы аддитивного производства, общая последовательность аддитивного производства. Различия технологий аддитивного производства (системы с использованием фотополимеров, порошковые системы, системы с расплавленным материалом, твердые листовые материалы, системы с использованием металлов). Общее оборудование, используемое в аддитивном производстве.

3. Знакомство с основными видами аддитивных технологий (фотополимеризация, плавление порошков в сформированном слое, экструзионные процессы, струйная печать, процессы направленного энерговысвобождения, технологии прямой записи), которые могут быть использованы при производстве элементов энергетического оборудования

Взаимосвязь этапов проектирования, технологической подготовки и изготовления деталей с помощью различных видов аддитивных технологий (взаимосвязь обработки, структуры и

свойств). Возможности аддитивных технологий, которые могут быть использованы при производстве элементов энергетического оборудования, их особенности, области применения, схема построения процесса, используемые материалы и оборудование, достоинства и недостатки каждого из видов аддитивных технологий.

4. Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Прямое цифровое производство. Проектирование для аддитивного производства. Рекомендации по выбору технологии для аддитивного производства элементов энергетического оборудования

Подготовка моделей САПР; формат файлов аддитивного производства. Создание файлов STL из системы САПР. Зависящие от технологии элементы. Моделирование процесса аддитивного производства с помощью конечно-элементного анализа. Прямое цифровое производство и его перспективы. Методы выбора для изделий, планирование и контроль производства. Проектирование с учетом требований производства и сборки. Основные принципы, цели и возможности проектирования для аддитивного производства элементов энергетического оборудования.