



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

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

В. П. Рева

« 17 » мая 2019г.

«УТВЕРЖДАЮ»

И.О. Заведующий кафедрой материаловедения
и технологии материалов

В.П. Рева

« 17 » мая 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
(Материаловедение и технология новых материалов)
Форма подготовки очная

курс 2,3 семестр 4, 5

лекции 18/18 час.

практические занятия 18/18 час.

лабораторные работы 18/18 час.

в том числе с использованием МАО лек. 10/18 /пр. 0/0 /лаб. 10/18 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54/54 час.

в том числе с использованием МАО 20/36 час.

самостоятельная работа 18/63 час.

в том числе на подготовку к экзамену 0/27 час.

контрольные работы 0 час

курсовая работа / курсовой проект: не предусмотрены

зачет 4 семестр

экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 21.10.2016 № 12-13-2030.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры материаловедения и технологии материалов протокол № 9 от «17» мая 2019 г.

И.О. Заведующего кафедрой: канд. техн. наук В.П. Рева

Составитель: Д.В. Моисеенко

Владивосток
2019

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

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

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

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

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

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

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

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

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Теория и технология термической и химико-термической обработки» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов», входит в базовую часть блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.Б.21).

Общая трудоёмкость освоения дисциплины составляет 7 зачётных единиц, 216 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия 36 часов, лабораторные работы 36 часов, практические занятия 36 час., самостоятельная работа студентов 108 часов, из них подготовка к экзамену 27 часов. Форма контроля – зачет, экзамен. Дисциплина реализуется на 2 и 3 курсе в 4 и 5 семестре.

Цель – изучение основных типов современных материалов и способов их термической и химико-термической обработки для получения необходимых механических и физико-химических свойств материалов и для получения знаний в области технологии обработки материалов.

В качестве задачи преподавания дисциплины «Теория и технология термической и химико-термической обработки» является предоставление обучающимся знаний о современных конструкционных материалах, методах термической и химико-термической обработки металлов и сплавов, взаимосвязи между составом, структурой и свойствами материалов, современную классификацию и маркировку конструкционных и инструментальных материалов, научные основы создания и выбора материалов, процессов получения и обработки материалов для изготовления деталей и конструкций, применяемых в промышленности.

Для успешного изучения дисциплины «Теория и технология термической и химико-термической обработки» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию;

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

- способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях;

- способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач.

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

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-4 - способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Знает	-основные факторы, влияющие на структуру и свойства металлической заготовки (отливки и проката, поковки); -перечень и характеристики технологических процессов, применяемых для получения структуры, обеспечивающей высокие механические свойства материала в готовом изделии
	Умеет	выбирать рациональный метод получения, термической и химико-термической обработки конкретной детали
	Владеет	навыками применения типовых технологических процессов и режимов термической и химико-термической обработки для решения инженерных задач
ПК-4 - способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в	Знает	-основные методики исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств различных материалов; -суть физических и химических процессов, протекающих в различных материалах при их получении, термической обработке и модификации
	Умеет	использовать в работе основные методики исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств различных материалов
	Владеет	навыками использования в работе основных методик исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств различных материалов

материалах при их получении, обработке и модификации		
ПК-7 - способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	Знает	-существующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов; -современные методы структурного анализа и контроля качества изделий
	Умеет	-выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов; современные методы структурного анализа и контроля качества изделий
	Владеет	навыками применения методов моделирования физических, химических и технологических процессов; современных методов структурного анализа и контроля качества изделий

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теория и технология термической и химико-термической обработки» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: дискуссия, лекция-беседа, проблемная лекция.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Семестр 4. (18 час.)

Тема 1. Введение (2 час.)

Предмет термической обработки. Историческая справка о развитии теории и практики термической обработки металлов и сплавов.

Классификация видов термической обработки. Комбинированные виды термической обработки: термомеханическая, химико-термическая и термоциклическая. Основные разновидности собственно термической обработки. Восстановительная термообработка.

Раздел 1. Основы теории термической обработки (16 час.)

Тема 1. Отжиг первого рода (2 час.)

Сущность, разновидности и параметры отжига первого рода.

Гомогенизационный отжиг. Структурные изменения и изменения свойств сплавов при гомогенизационном отжиге. Режимы гомогенизационного отжига сталей и цветных сплавов.

Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжики. Изменения структуры и свойств металлов при пластической деформации.

Структурные изменения при отдыхе и полигонизации. Первичная рекристаллизация; температуры начала и конца рекристаллизации, влияние на них степени деформации, продолжительности отжига, чистоты металлов. Собирательная рекристаллизация. Вторичная рекристаллизация. Размер зерна в отожженных металлах. Диаграммы рекристаллизации.

Изменение свойств металлов при отжиге после пластической деформации. Анизотропия свойств отожженных металлических материалов.

Тема 2. Отжиг второго рода (4 час.)

Сущность и параметры отжига второго рода. Общие закономерности фазовых превращений в твердом состоянии. Основы термодинамики фазовых превращений.

Строение межфазных границ и их роль в развитии фазовых превращений. Гомогенное и гетерогенное зарождение фаз. Условия образования промежуточных метастабильных фаз.

Кинетика фазовых превращений в твердом состоянии. Кинетические кривые. Диаграммы изотермического превращения фаз при переохлаждении и перегреве и способы их построения. Термокинетические диаграммы фазовых превращений.

Отжиг сталей. Механизм и кинетика превращения феррито-цементитных смесей в аустенит. Диаграмма изотермического образования аустенита. Влияние легирующих элементов на процесс образования аустенита при нагреве.

Размер зерна аустенита как важнейшая характеристика сталей. Закономерности роста аустенитного зерна при нагреве. Влияние легирующих элементов и примесей. Методы оценки склонности сталей к росту зерна.

Диаграмма изотермического превращения переохлажденного аустенита. Механизм образования перлита; факторы, определяющие межпластиничное расстояние в перлите и размер перлитных колоний.

Тема 3. Закалка без полиморфного превращения (2 часа)

Сущность и назначение закалки сплавов, не имеющих полиморфных превращений.

Изменение механических свойств сплавов при закалке без полиморфного превращения.

Выбор интервала закалочных температур и времени выдержки при температуре нагрева под закалку.

Кинетика распада переохлажденного твердого раствора. Критическая скорость охлаждения при закалке без полиморфного превращения и факторы, влияющие на устойчивость переохлажденного твердого раствора.

Тема 4. Закалка с полиморфным превращением (4 часов)

Сущность и назначение закалки с полиморфным превращением.

Мартенситное превращение. Особенности мартенситного превращения в углеродистых сталях. Термодинамика мартенситного превращения. Температура начала мартенситного превращения и ее зависимость от состава сплавов. Механизм мартенситного превращения. Особенности микроструктуры и субструктуры мартенсита. Разновидности кинетики мартенситного превращения. Причины сохранения остаточного аустенита при мартенситном превращении. Влияние деформации аустенита на мартенситное превращение. Эффект запоминания формы. Причины повышения прочности и снижения пластичности сталей при закалке на мартенсит. Влияние легирующих элементов на положение температурного интервала мартенситного превращения и на количество остаточного аустенита.

Бейнитное (промежуточное) превращение. Верхний и нижний бейниты, их структурные различия. Кинетика и механизм бейнитного превращения. Механические свойства сталей с бейнитной структурой.

Тема 5. Отпуск (2 часов)

Сущность и назначение отпуска сталей. Структурные изменения при отпуске сталей. Структуры отпущенного мартенсита, троостита и сорбита отпуска.

Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске сталей.

Тема 6. Старение (2 часов)

Сущность и назначение старения. Основы термодинамики процессов распада пересыщенных твердых растворов.

Структурные изменения при старении. Стадии распада пересыщенного твердого раствора при старении. Кинетика и последовательность образования выделений при старении. Коагуляция выделений и причины ее развития.

Семестр 5 (18 час.)

Раздел 2. Основы технологии термической обработки (18 час.)

Тема 7. Нагрев при термической обработке (2 час.)

Теплотехнические основы нагрева. Выбор температур нагрева по диаграммам фазовых равновесий. Способы нагрева и рабочие среды для нагрева; внутренние напряжения при нагреве; допустимая и возможная скорости нагрева.

Особенности термической обработки при электронагреве. Окисление и обезуглероживание сталей при нагреве на воздухе. Приемы и методы предотвращения окисления и обезуглероживания стальных изделий при термической обработке.

Тема 8. Охлаждение при термической обработке (2 час.)

Выбор условий охлаждения; периоды охлаждения, скорости охлаждения, охлаждающие среды.

Охлаждающие среды, применяемые при термической обработке, и условия их контакта с обрабатываемыми изделиями.

Требования, предъявляемые к жидким охлаждающим средам. Кривая идеального закалочного охлаждения.

Тема 9. Применение высококонцентрированных источников энергии при термической обработке (2 час.)

Термическая обработка с использованием лазерного нагрева.

Термическая обработка с использованием электроннолучевого нагрева.

Преимущества и недостатки лучевой поверхностной термической обработки.

Тема 10. Термомеханическая обработка (4 час.)

Сущность и разновидности термомеханической Обработки (ТМО).

Структурные изменения при горячей обработке металлов давлением. Процессы, протекающие во время и по окончании горячей деформации.

Термомеханическая обработка стареющих сплавов. Низкотемпературная термомеханическая обработка (НТМО), ее назначение и схема осуществления. Причины упрочнения стареющих сплавов при НТМО. Области применения НТМО стареющих сплавов, ее достоинства и недостатки.

Высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО), ее назначение, схема и условия проведения. Структурные изменения, происходящие в стареющих сплавах при ВТМО. Области применения этой обработки, ее достоинства и недостатки.

Особенности предварительной термомеханической обработки (ПТМО) стареющих сплавов.

Термомеханическая обработка сталей, закаливаемых на мартенсит.

НТМО закаливаемых на мартенсит сталей, ее назначение и схема осуществления. Структурные изменения, происходящие в сталях при НТМО. Факторы, влияющие на упрочнение сталей при НТМО, достоинства и недостатки этой обработки.

ВТМО закаливаемых на мартенсит сталей, ее назначение, схема и условия проведения. Изменение структуры и свойств сталей в результате ВТМО. Эффект наследования и упрочнения от ВТМО при повторной термической обработке.

ТМО сталей с деформацией во время перлитного превращения; контролируемая прокатка. Особенности ПТМО сталей, закаливаемых на мартенсит.

Тема 11. Химико-термическая обработка сталей (4 час.)

Общие закономерности и классификация процессов диффузионного насыщения. Элементарные стадии диффузионного насыщения поверхностных слоев. Закономерности образования однофазных диффузионных слоев. Условия и причины образования многофазных диффузионных слоев; особенности формирования таких слоев в процессе насыщения. Кинетика роста многофазных слоев и особенности их микростроения.

Цементация сталей. Назначение, сущность и разновидности процесса. Влияние температуры и продолжительности цементации, содержания легирующих элементов на структуру цементованного слоя. Стали для цементации, химизм, режимы, относительные достоинства и недостатки процессов цементации в разных насыщающих средах. Термическая обработка сталей после цементации и ее влияние на структуру и свойства поверхностного слоя и сердцевины цементованных изделий.

Азотирование сталей. Назначение, сущность и разновидности процесса. Влияние температуры, продолжительности азотирования и содержания легирующих элементов на структуру азотированного слоя. Стали для азотирования. Предварительная термическая обработка азотированных изделий, химизм, режимы, относительные достоинства и недостатки процесса азотирования в разных насыщающих средах. Структура и свойства поверхностного слоя и сердцевины азотированных изделий.

Цианирование и нитроцементация сталей. Назначение, сущность и разновидности процессов. Стали для цианирования и нитроцементации. Химизм, режимы, относительные достоинства и недостатки высокотемпературных и низкотемпературных цианирования и нитроцементации.

Преимущества процессов цианирования и нитроцементации по сравнению с процессами цементации и азотирования. Термическая обработка сталей после цианирования и нитроцементации. Структура и свойства поверхностных слоев и сердцевины цианированных и нитроцементованных изделий.

Борирование и силицирование сталей. Назначение, основы технологии и режимы процессов борирования и силицирования. Состав и строение борированных имплицированных слоев. Свойства поверхностных слоев стальных изделий, подвергнутых борированию и силицированию.

Диффузионная металлизация сталей. Назначение процессов диффузионного алитирования, диффузионного хромирования и диффузионного цинкования. Основы технологии и режимы процессов твердой, жидкой и газовой диффузионной металлизации. Состав и строение алитированных, хромированных и цинкованных слоев. Свойства поверхностных слоев стальных изделий, подвергнутых алитированию, хромированию и цинкованию.

Тема 12. Восстановительная термическая обработка (4 час.)

Изменения физико-механических свойств материалов в результате эксплуатации. Причины, снижающие надежность и долговечность материалов и изделий.

Восстановительная термическая обработка (ВТО) как способ регенерации структуры и свойств материала, подвергнутого эксплуатации. Классификация видов ВТО: низкотемпературная, высокотемпературная, химико-термическая. Пути интенсификации диффузии при ВТО.

Восстановительная циклическая термообработка. Основы технологии ВТО. Низкотемпературная ВТО инструмента.

Низкотемпературная и высокотемпературная ВТО деталей теплоэнергетического оборудования.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия

Семестр 4 (18 час.)

Практическое занятие № 1. Отжиг первого рода (4 час.)

Разновидности и режимы дорекристаллизационного и рекристаллизационного отжигов металлов и сплавов.

Отжиг, уменьшающий напряжения. Причины возникновения остаточных напряжений в отливках, поковках, прокате, сварных конструкциях. Напряжения от обработки резанием и шлифования.

Влияние остаточных напряжений на свойства металлов и поведение металлических изделий при их обработке и эксплуатации. Механизмы уменьшения остаточных напряжений в металлах при отжиге. Режимы отжига для уменьшения остаточных напряжений.

Практическое занятие № 2. Отжиг второго рода (4 час.)

Особенности перлитного превращения аустенита в доэвтектоидных и заэвтектоидных углеродистых сталях. Влияние легирующих элементов на перлитное превращение аустенита.

Назначение диффузионного, полного, неполного, сфероидизирующего, изотермического отжигов, нормализации и патентирования сталей. Температуры нагрева и режимы охлаждения, применяемые при проведении этих отжигов; особенности структуры отожженных сталей.

Отжиг чугунов. Отжиг белого чугуна на ковкий. Отжиг для устранения отбела. Низкотемпературный смягчающий отжиг. Нормализация чугунов.

Отжиг цветных металлов и сплавов. Гетерогенизационный отжиг, его сущность и назначение. Отжиг с фазовой перекристаллизацией.

Практическое занятие № 3. Закалка сталей (4 час.)

Понятия прокаливаемости и критической скорости закалки. Факторы, влияющие на прокаливаемость сталей. Методы определения прокаливаемости сталей. Глубина прокаливаемости и критический диаметр.

Нагрев и охлаждение сталей при закалке. Температуры нагрева под закалку доэвтектоидных и заэвтектоидных углеродистых сталей. Принципы

выбора температуры нагрева под закалку легированных сталей.

Способы закалки сталей: в одном или в двух охладителях, ступенчатая, изотермическая. Закалка с обработкой холодом. Закалка с температур межкритического интервала.

Практическое занятие № 4. Отпуск и старение (6 час.)

Изменение механических свойств углеродистых сталей при отпуске. Свойства углеродистых сталей после низкого, среднего и высокого отпуска.

Изменение механических свойств легированных сталей при отпуске. Причины вторичного твердения легированных сталей.

Явление отпускной хрупкости легированных сталей. Необратимая и обратимая отпускная хрупкость. Роль примесей и легирующих элементов в развитии отпускной хрупкости. Способы борьбы с обратимой отпускной хрупкостью.

Изменение свойств сплавов при старении. Причины упрочнения при старении пересыщенных твердых растворов. Факторы, влияющие на степень упрочнения стареющих сплавов.

Режимы старения. Естественное и искусственное старение. Виды искусственного старения. Явление возврата после старения.

Причины влияния температуры старения на механические свойства мартенситно-стареющих сталей.

Семестр 5 (18 час.)

Практическое занятие № 1. Место термической обработки в общем цикле производства (2 час.)

Цель и место термической обработки в технологическом процессе. Предварительная и окончательная термические обработки и их задачи. Технологические периоды термической обработки: нагрев, выдержка, охлаждение.

Основные расчетно-конструкторские и технологические этапы для упрочнения элементов машин и приборов. Виды технического контроля

качества термической обработки.

Практическое занятие № 2. Контролируемые атмосферы (2 час.)

Контролируемые атмосферы, применяемые при термической обработке. Классификация контролируемых атмосфер. Теоретические и эмпирические кривые равновесия газов с металлами. Основные требования, предъявляемые к контролируемым атмосферам. Углеродный потенциал и точка росы.

Принципы получения, состав и назначение контролируемых атмосфер, наиболее широко применяемых при термической обработке сталей (эндотермической, экзотермической, атмосферы из аммиака, азотной).

Меры безопасности при работе с контролируемыми атмосферами в термических отделениях и цехах.

Практическое занятие № 3. Закалочное охлаждение (4 час.)

Охлаждающие среды, не испытывающие изменений агрегатного состояния во всем диапазоне температур охлаждения изделий (газы, расплавы солей и щелочей, металлов и сплавов, металлические плиты, кипящий слой), их характеристики, достоинства и недостатки.

Охлаждающие среды, претерпевающие изменения агрегатного состояния в связи с их кипением на горячей поверхности охлаждаемых изделий (вода, водовоздушные смеси, масла, водные растворы полимеров и низкомолекулярных органических соединений), их характеристики, достоинства и недостатки.

Практическое занятие № 4. Деформация и коробление полуфабрикатов и изделий при термической обработке (6 час.)

Виды автодеформации. Классификация источников автодеформирования при термической обработке.

Внутренние напряжения, возникающие в процессе термической обработки: временные и остаточные, термические и структурные.

Источники внутренних напряжений. Влияние основных технологических факторов на величину и характер распределения

остаточных напряжений.

Деформация полуфабрикатов и изделий в процессе термической обработки и меры по ее уменьшению. Специальные способы охлаждения. Малодеформационная закалка в приспособлениях и машинная закалка.

Практическое занятие № 5. Термоциклическая термообработка (4 час.)

Термоциклическая термообработка (ТЦО); сущность и принципы термоциклирования. Эволюция структуры при термоциклировании.

Классификация видов ТЦО. Разновидности ТЦО сталей и чугунов.

Химико-термоциклическая термообработка (ХТЦО): схемы осуществления и классификация видов ХТЦО. Особенности ХТЦО при цементации, азотировании, нитроцементации, борировании и алитировании.

Лабораторные работы

Семестр 4 (18 час.)

Лабораторная работа № 1. Термический анализ чистых металлов и градуировка термопары (6 час.)

Цель лабораторной работы

Проведение термического анализа чистых металлов: олова (Sn), свинца (Pb), цинка (Zn), построение градуировочной кривой применяемой термопары.

Порядок выполнения работы

1. Провести термический анализ чистых металлов: олова(Sn), свинца(Pb), цинка(Zn)
2. Построить кривые охлаждения для чистых металлов.
3. По кривым охлаждения определить значения ЭДС, характеризующие температуры кристаллизации чистых металлов.
4. Построить градуировочную кривую для хромель-алюмелевых термопар.

Методика проведения лабораторной работы

В лабораторной работе используются чистые металлы: олово, свинец,

1. Тигель с металлом установить в малую муфельную печь и нагревать выше температуры плавления исследуемого металла;
2. В расплавленный металл опустить термопару, защищенную огнеупорным колпачком;
3. Малую муфельную печь выключить. Металлы охлаждать вместе с печью;
4. С момента начала охлаждения, показания милливольтметра через каждые 30 секунд записывать в табличной форме.

Лабораторная работа №2. Термический анализ свинцово-сурьмянистых сплавов и построение диаграммы состояния (6 час.)

Цель работы

Проведение термического анализа свинцово-сурьмянистых сплавов с различной концентрации компонентов и построение экспериментальной диаграммы состояния.

Порядок выполнения работы

1. Провести термический анализ свинцово-сурьмянистых сплавов с различным соотношением компонентов.
2. Определить значения критических температур для каждого исследуемого сплава.
3. Построить приближенную диаграмму состояния для свинцово-сурьмянистых сплавов.
4. Изучить правила фаз и отрезков.

Методика проведения работы

Методика выполнения работы аналогична работе № 1. Исследования проводятся на той же установке. Результаты термического анализа каждого из трех сплавов записываются в таблицу.

Лабораторная работа №4. Построение диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов и микроструктурный анализ углеродистых сталей в равновесном состоянии (6 час.)

Цель работы

1. Ознакомиться с диаграммой состояния железоуглеродистых сплавов и изучить природу превращений в углеродистых сталях при медленном непрерывном охлаждении.

2. Изучить микроструктуру углеродистых сталей в равновесном состоянии.

3. Изучить влияние содержания углерода на механические свойства медленно-охлажденных сталей.

Порядок выполнения работы

1. Построить диаграмму состояния системы Fe-Fe₃C.

2. Выполнить индивидуальное задание - построить кривую охлаждения железоуглеродистого сплава с содержанием углерода, указанным преподавателем.

3. Исследовать с использованием микроскопа контрольные шлифы сталей, определить их фазовый состав, структуру и примерное содержание углерода. Зарисовать микроструктуры исследованных сталей.

Семестр 5 (18 час.)

Лабораторная работа № 4. Цементация стали (6 час.).

Цель работы: ознакомление с процессом цементации стали, изучение микроструктуры и твердости стали в исходном состоянии, после цементации, после цементации и последующей закалки.

Задачи работы

1. Овладение теоретическими знаниями о химико-термической обработке вообще и о цементации в частности, ее значение в практике термообработки.

2. Освоение методов цементации.

3. Изучение изменения структуры и свойств стали в процессе цементации и термической обработки

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теорией, изложить основные положения в отчете.

2. Выбрать температуру нагрева под закалку цементированных образцов с учетом марки стали и требований, предъявляемых к детали.

3. Провести закалку образцов.

4. Произвести измерение твердости образцов до и после цементации и после закалки. У цементированных и закаленных образцов измерить твердость на поверхности и в сердцевине.

5. Исследовать микроструктуру стали до цементации, после цементации и после закалки. Микроструктуры зарисовать в отчете.

6. Данные по измерению твердости, по определению степени и глубины цементации занести в отчет.

7. Дать объяснения полученным результатам.

Лабораторная работа № 5. Прокаливаемость стали и ее определение (6 час.)

Цель работы: овладение теоретическими и практическими знаниями по одной из основных технологических характеристик сталей — прокаливаемости.

Задачи работы

1. Овладение теоретическими знаниями о прокаливаемости и ее значении в практике термической обработки.

2. Ознакомление с методами определения прокаливаемости по результатам пробных закалок и торцевой закалки.

3. Определение прокаливаемости некоторых сталей и ее зависимости от химического состава сталей.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теорией, изложить основные положения в отчете.

2. Ознакомиться с установкой и приемами работы на ней.

3. Выбрать температуру нагрева под закалку соответственно марке стали.

4. Провести торцевую закалку образцов.

5. Замерить твердость через 2 мм по двум взаимно перпендикулярным диаметрам на образцах, изготовленных по методу пробных закалок.

6. Подготовить (шлифовать две полосы) образцы после торцевой закалки для замера твердости.

7. Замерить твердость на торце и на шлифованных плоскостях через 2 мм от торца до твердости, немного меньшей твердости полумартенситной зоны.

8. Построить кривые распределения твердости (диаграммы прокаливаемости) в координатах твердость – диаметр образцов и твердость – расстояние от торца.

9. По диаграммам прокаливаемости твердость – диаметр образца и значениям твердости мартенситной или полумартенситной структуры определить глубину прокаливаемости на образцах пробных закалок.

10. Используя номограмму М. Е. Блантера, по расстояниям от торца до твердости полумартенситной зоны определить критические диаметры при охлаждении в трех средах (вода, масло, воздух) и для трех форм тела (шар, цилиндр, брусок) по прилагаемой форме (таблица).

11. Установить влияние состава стали на ее прокаливаемость.

12. Дать объяснение полученным результатам.

Лабораторная работа № 6. Термическая обработка легированной инструментальной стали (6 час.)

Цель работы: изучение особенностей фазовых превращений и режима окончательной термической обработки среднелегированной инструментальной стали.

Задание:

1. Исследовать влияние температуры нагрева под закалку (выдержка 40 мин) на твердость закаленных и отпущенных при 550°C в течение 1 ч сталей типа Х2МФБ (Х2ГСФБ), 75ХМ и У7 (У8).

2. Проанализировать и объяснить полученные зависимости для каждой стали и в сопоставлении их друг с другом.

3. Выбрать оптимальный температурный интервал нагрева под закалку сталей 70X2МФБ (Х2ГСФБ) и 75ХМ.

Порядок выполнения работы:

1. Исходя из данных о критических точках и фазовом составе сталей, выбрать ориентировочно не менее трех температур нагрева под закалку для каждой стали и согласовать с преподавателем, выбрать также охлаждающие среды и способ охлаждения при закалке.

2. Снять фаски на наждаке и нанести метки выбранных температур закалки на образцах сталей. Связать образцы, предназначенные для нагрева под закалку в шахтной печи.

3. Провести закалку образцов по выбранным режимам.

4. Подготовить образцы к замеру твердости после закалки. На образцах стали Х2МФБ (Х2ГСФБ), особенно закаленных с 900 и 1000°C, на наждаке зачищается одна поверхность, а на второй снимается обезуглероженный слой 0,5 (900°C) и ~ 0,7 (1000°C), а затем повторно на глубину — 0,1 мм после замера твердости до достижения стабильного значения.

5. Замерить твердость HRC. Она должна быть на образцах из стали Х2МФБ (Х2ГСФБ) - не менее 58 HRC, 75ХМ - не менее 60 HRC и У7 (У8) - не менее 61 HRC.

6. Отпустить образцы при $t = 550^{\circ}\text{C}$ — 1 ч.

7. Зачистить на наждачной бумаге.

8. Замерить твердость отпущенных образцов.

9. Построить графики зависимости твердости от температуры закалки отпущенных образцов трех сталей (три кривые).

10. Просмотреть и зарисовать микроструктуры закаленных сталей

11. Анализ результатов и выводы по оптимальным температурам закалки. Рассчитать $\sigma_{\text{в}}$ и $\sigma_{0,2}$ для стали Х2МФБ, как указано в п. 2 второго варианта.

Самостоятельная работа

План-график выполнения самостоятельной работы в четвертом/пятом семестре (18/18 час.)

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнении	Форма контроля
Семестр 4 (18 час.)				
1	2-3 нед.	Подготовка и защита отчета о лабораторной работе №1	6 час.	Презентация доклада
2	4-6 нед.	Подготовка и защита отчета по лабораторной работе № 2	6 час.	Презентация доклада
3	7-9 нед.	Подготовка и защита отчета по лабораторной работе № 3	6 час.	Презентация доклада
Семестр 5 (18 час.)				
		Подготовка и защита отчета о лабораторной работе №1	6 час.	Презентация доклада
		Подготовка и защита отчета по лабораторной работе № 2	6 час.	Презентация доклада
		Подготовка и защита отчета по лабораторной работе № 3	6 час.	Презентация доклада

Список тем для подготовки сообщений:

Раздел 1. Строение, структура и свойства металлов и сплавов

1. Классификация металлических материалов
2. Кристаллизация и факторы, влияющие на нее
стеклокристаллические и аморфные вещества: особенности получения и применения

3. Строение и рост кристаллов
4. Закон и правило Курнакова
5. Тройные и многокомпонентные диаграммы состояния
6. Построение диаграмм состояния в программе ThermoCalc и их достоверность
7. Монокристаллические, поликристаллические и наноструктурированные материалы
8. Эвтектические композиционные материалы

Раздел 2. Железоуглеродистые сплавы

1. Перлитные, ферритные и аустенитные стали
2. Стали смешанных классов
3. Ледебуритные стали и особенности их обработки и применения
4. Кинетика фазовых превращений в стали при нагреве
5. Кинетика фазовых превращений в стали при охлаждении
6. Высокопрочные стали
7. Износостойкие стали
8. Коррозионностойкие стали

Раздел 3. Цветные металлы и сплавы на их основе

1. Легкоплавкие металлы и их применение
2. Баббиты, состав, структура, свойства и назначение
3. Жаропрочные сплавы на основе никеля
4. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе
5. Легкоплавкие металлы и их применение
6. β сплавы на основе титана: структура, свойства и применение
7. Бериллиевые бронзы: структура, свойства, термическая обработка и применение
8. Высокопрочные алюминиевые сплавы: структура, свойства и применение

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Устные опросы

Устные опросы проводятся преподавателем в начале итогового практического занятия по каждому разделу. Вопросы и задания приведены в разделе «VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ». Для подготовки используется основная и дополнительная литература по дисциплине «Специальные стали», а также информация, размещенная в LMS BlackBoard.

Вопросы, возникающие в процессе подготовки, студент может задать преподавателю либо на консультациях, либо через специальное средство LMS BlackBoard.

Тестирование

Тестирование осуществляется на итоговом занятии через систему BlackBoard. Примеры тестов для каждого раздела приведены в разделе «VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ».

Самостоятельные задания к лабораторным работам

Выполняются в соответствии с методическими указаниями к выполнению лабораторных работ, размещенных в системе BlackBoard. Выполненные работы отправляются преподавателю на проверку через LMSBlackBoard. Примеры лабораторных работ по каждой теме приведены в разделе «VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ».

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Код формулировка компетенции	и Этапы формирования компетенции
ОПК-4 - способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Знает -основные факторы, влияющие на структуру и свойства металлической заготовки (отливки и проката, поковки); -перечень и характеристики технологических процессов, применяемых для получения структуры, обеспечивающей высокие механические свойства материала в готовом изделии

	Умеет	выбирать рациональный метод получения, термической и химико-термической обработки конкретной детали
	Владеет	навыками применения типовых технологических процессов и режимов термической и химико-термической обработки для решения инженерных задач
ПК-4 - способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Знает	-основные методики исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств различных материалов; -суть физических и химических процессов, протекающих в различных материалах при их получении, термической обработке и модификации
	Умеет	использовать в работе основные методики исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств различных материалов
	Владеет	навыками использования в работе основных методик исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств различных материалов
ПК-7 - способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	Знает	-существующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов; -современные методы структурного анализа и контроля качества изделий
	Умеет	-выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов; современные методы структурного анализа и контроля качества изделий
	Владеет	навыками применения методов моделирования физических, химических и технологических процессов; современных методов структурного анализа и контроля качества изделий

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Основы теории термической обработки и	ОПК-4, ПК-4, ПК-7	Знает основные источники научно-технической информации по вопросам термической обработки углеродистых и легированных сталей	Отчет по лабораторной работе № 1-3	Вопросы к зачету (4 семестр) №№ 1-25

			<p>Умеет анализировать информацию о новых более совершенных технологиях термической обработки при изготовлении элементов оборудования;</p> <p>умеет осуществлять поиск и анализировать научно техническую информацию по вопросам термической обработки металлов</p>	Отчет по лабораторной работе № 1-3	Вопросы к зачету (4 семестр) №№ 1-25
			<p>Владеет терминологией в области структуры металла, механических свойств, видов термической обработки;</p> <p>владеет навыками поиска справочной информации о свойствах сплавов, их термической обработке, химическом составе</p>	Отчет по лабораторной работе № 1-3	Вопросы к зачету (4 семестр) №№ 1-25
2	Основы технологии и термической обработки и	ПК-4, ПК-7	<p>Знает назначение и режимы термической обработки полуфабрикатов и готовых изделий технологической цепи изготовления изделий;</p> <p>знает принципы выбора видов и режимов термической обработки на различных этапах</p>	Отчет по лабораторной работе № 4-6	Вопросы к экзамену (5 семестр) № 1-26
			<p>Умеет обосновывать выбор режима термической обработки с целью обеспечения заданных механических и служебных свойств</p>	Отчет по лабораторной работе № 4-6	Вопросы к экзамену (5 семестр) №№ 1-26
			<p>Владеет рациональными методами назначения режимов термической обработки материалов;</p> <p>владеет методами контроля качества при термической обработке</p>	Отчет по лабораторной работе № 4-6	Вопросы к экзамену (5 семестр) №№ 1-26

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Специальные стали и сплавы / А.А. Ковалева, Е.С. Лопатина, В.И. Аникина, Т.Р. Гильманшина - Красноярск: Сибирский федеральный

университет, 2016. - 232 с.илл. - (переплет) ISBN: 978-5-7638-3470-3 - режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=328572>

Дополнительная литература

1. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006899-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/413166>

2. Материаловедение и технологии электроники: Учебное пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 427 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-008966-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/416461>

3. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях: Учебно-справочное руководство / В.А. Струк, Л.С. Пинчук, Н.К. Мышкин, П.А. Витязь. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 536 с.: 84x108 1/16. (переплет) ISBN 978-5-91559-068-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/307504>

4. Специальные стали и сплавы: Учебное пособие / Ковалева А.А., Лопатина Е.С., Аникина В.И. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 232 с.: ISBN 978-5-7638-3470-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/967770>

5. Практическое руководство для лаборатории. Специальные методы: Пер. с нем. / В.Р. Лесс, С. Экхардт, М. Кеттнер; Под ред. И.Г. Зенкевича и др. - СПб.: ЦОП "Профессия", 2011. - 472 с.: 70x100 1/16. (переплет) ISBN 978-5-91884-025-2, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/348580>

Нормативно-правовые материалы

1. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение. <http://docs.cntd.ru/document/gost-1497-84>

2. ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах. <http://docs.cntd.ru/document/1200005045>

3. ГОСТ 9012-59. Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю.
<http://docs.cntd.ru/document/gost-9012-59>

4. ГОСТ 26358-84. Отливки из чугуна. Общие технические условия.
<http://docs.cntd.ru/document/gost-26358-84>

5. ГОСТ 8479-70. Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия.
<http://docs.cntd.ru/document/gost-8479-70>

6. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
<http://docs.cntd.ru/document/1200004379>

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks».
4. Электронно-библиотечная система «Znanium»
5. Информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»).

Для успешного изучения дисциплины «Теория и технология термической и химико-термической обработки» студенту необходимо:

1. При подготовке к практическому занятию повторить основные теоретические положения, изученные на предыдущем занятии, а также при необходимости прочитать теоретический материал, представленный в системе BlackBoard. Далее ознакомиться с новым теоретическим материалом

(также через систему BlackBoard), вникнуть в суть изучаемой проблемы, подготовить вопросы.

2. На практическом занятии тщательно конспектировать теоретический материал, участвовать в обсуждении, задавать вопросы.

3. При подготовке к лабораторным работам на основе материалов, представленных в системе BlackBoard, сначала понять задание лабораторной работы, найти теоретический материал, необходимый для работы, изучить алгоритм реализации задания, сформулировать вопросы преподавателю.

4. При выполнении лабораторной работы сначала сформулировать и задать вопросы преподавателю по методике выполнения работы, затем выполнить задание «по образцу». Отправить преподавателю через систему BlackBoard выполненное задание на проверку, ответить на вопросы преподавателя. Прежде, чем приступать к выполнению самостоятельных заданий, обдумать алгоритм их реализации, сформулировать и задать вопросы преподавателю по сути заданий, спланировать их выполнение.

5. Самостоятельные задания лабораторной работы можно выполнять как на аудиторном занятии, так и самостоятельно во внеаудиторное время. При этом результат их реализации необходимо отправить преподавателю на проверку.

6. После каждого практического занятия для закрепления материала необходимо пройти проверочные тесты в системе BlackBoard.

7. В течение недели выбрать время для работы со специальной литературой в библиотеке и для занятий на компьютере.

8. Самостоятельную работу организовывать в соответствии с графиком выполнения самостоятельной работы, приведенном в приложении 1.

2. Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса. Рекомендуется использовать методические указания и материалы по курсу «Теория и технология термической и химико-термической обработки», размещенные в системе BlackBoard, идентификатор курса FU50219-00.00.00-IT-01:

3. Рекомендации по работе с литературой. Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к работе на практических занятиях, использованию учебно-методического комплекса, представленного в системе BlackBoard, изучаются и книги из списка основной и дополнительной литературы. Литературу по курсу можно изучать в библиотеке, брать книгу на дом или читать ее на компьютере (если это электронный ресурс). Полезно использовать несколько учебников, однако желательно придерживаться рекомендации преподавателя по выбору книг по каждому разделу. Не рекомендуется «заучивать» материал, желательно добиться понимания изучаемой темы дисциплины, а затем использовать изученный материал для реализации заданий. Кроме того, очень полезно выявить тенденции развития той или иной компьютерной и информационной технологии, выделить для себя направления дальнейшего изучения материала, для достижения более продвинутого уровня изучения дисциплины.

4. Рекомендации по подготовке к экзамену. Успешная подготовка к экзамену включает, с одной стороны, добросовестную работу в течение семестра, выполнение всех заданий преподавателя, а с другой – правильная организация процесса непосредственной подготовки. При подготовке к экзамену необходимо освоить теорию: разобрать определения всех понятий, повторить приемы решения задач с использованием различных программных систем. Затем рассмотреть примеры и самостоятельно реализовать задания из каждой темы. При этом, если задания формулируются студентом самостоятельно, – достигается более продвинутый уровень изучения дисциплины.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер и наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы
корпус Е, ауд. Е 317, учебная аудитория	Моноблок Lenovo C306G-i34164G500UDK

для проведения занятий лекционного типа	(12 шт), документ-камера Avervision CP355AF, ЖК-панель 47" LG M4716CCBA, экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, сетевая видеокамера Multipix MP-HD718, мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U
---	---

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед., шт.	Форма приобретения	Аудитория размещения
1	Микроскоп металлографический ЛОМО МЕТАМ ЛВ-41	1	собственность	Пушкинская 10, ауд. 031
2	Печь муфельная СНОЛ 1100	1	собственность	Пушкинская 10, ауд. 031

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-4 - способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Знает	-основные факторы, влияющие на структуру и свойства металлической заготовки (отливки и проката, поковки); -перечень и характеристики технологических процессов, применяемых для получения структуры, обеспечивающей высокие механические свойства материала в готовом изделии
	Умеет	выбирать рациональный метод получения, термической и химико-термической обработки конкретной детали
	Владеет	навыками применения типовых технологических процессов и режимов термической и химико-термической обработки для решения инженерных задач
ПК-4 - способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических	Знает	-основные методики исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств различных материалов; -суть физических и химических процессов, протекающих в различных материалах при их получении, термической обработке и модификации
	Умеет	использовать в работе основные методики исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств различных материалов
	Владеет	навыками использования в работе основных

процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации		методик исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств различных материалов
ПК-7 - способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	Знает	-существующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов; -современные методы структурного анализа и контроля качества изделий
	Умеет	-выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов; современные методы структурного анализа и контроля качества изделий
	Владеет	навыками применения методов моделирования физических, химических и технологических процессов; современных методов структурного анализа и контроля качества изделий

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-4 - способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Знает (пороговый уровень)	Знает классификацию и назначение основных видов термической и химико-термической обработки	знание основных понятий теории термической обработки сталей и сплавов	способность производить обоснованный выбор последовательностей операций предварительно и окончательной термической обработки
	Умеет (продвинутый)	Умеет обоснованно назначать режим предварительной и окончательной термической обработки в соответствии с конструкцией и назначением обрабатываемой детали	знание принципов назначения температурно-временного режима операция термической обработки	способность определить температурно-временной режим операций термической обработки
	Владеет (высокий)	Владеет навыками проведения базовых операций термической обработки	знание номенклатуры базового оборудования термических цехов и участков	способность грамотно выбрать марку и модель термического оборудования для выполнения соответствующих операций предварительно и

				окончательной термообработкой
<p>ПК-4 - способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации</p>	Знает (пороговый уровень)	Знает перечень операций упрочняющей поверхностной, в том числе химико-термической обработки	знание особенностей применения соответствующих операций химико-термической обработки в производстве соответствующих машиностроительных деталей	способность произвести обоснованный выбор соответствующей операции химико-термической обработки
	Умеет (продвинутый)	Умеет выбирать режим химико-термической обработки стали в зависимости от его структуры и целевого назначения	знание последовательности проведения операций термической и химико-термической обработки машиностроительных сталей и цветных сплавов	способность обоснованно выбрать режим предварительной и окончательной термической обработки в зависимости от требований, предъявляемых к механическим свойствам материалов
	Владеет (высокий)	Владеет навыками проведения предварительной и окончательной термической обработки сталей или основных цветных сплавов	знание технологии предварительной и окончательной термической обработки	способность выполнить базовые операции термической обработки с использованием учебного оборудования
<p>ПК-7 - способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов</p>	Знает (пороговый уровень)	Знает номенклатуру современного оборудования, предназначенного для осуществления контроля качества проведения термической обработки	знание номенклатуры и принципов работы испытательного оборудования	способность произвести контроль качества термически обработанных деталей и изделий
	Умеет (продвинутый)	Умеет назначить необходимый комплекс испытаний в соответствии с требованиями к качеству производимого изделия	знание основной нормативной документации, касающейся испытаний и приемки машиностроительных изделий	способность произвести контроль качества материала машиностроительного изделия в соответствии с требованиями нормативной документации
	Владеет (высокий)	Навыками моделирования	знает общие принципы	способность описать

		процессов, происходящих в структуре материала в ходе выполнения операций предварительной и окончательной, в том числе химико-термической обработки	воздействия на структуру стали или сплава различных операций термической обработки	воздействие процессов нагрева и охлаждения на структуру и фазовый состав стали или сплава с целью оптимизации технологического процесса термической обработки
--	--	--	--	---

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету (4 семестр)

1. Определение упругой и пластической деформаций.
2. Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства металлов.
3. Определение понятия «наклеп».
4. Сущность явления возврата. Изменение в структуре при отдыхе и полигонизации.
5. Сущность явления рекристаллизации. Изменение структуры и свойств при первичной, собирательной, вторичной рекристаллизациях.
6. Определение понятия температуры порога рекристаллизации.
7. Влияние на структуру, формирующуюся при рекристаллизации, температуры рекристаллизации и степени пластической деформации отжигаемого металла.
8. Критическая степень деформации и ее технологическое значение.
9. Определение горячей обработки металлов.
10. Сходство и различие между холодной и горячей обработкой давлением.
11. Образование аустенита при нагреве стали.
12. Размер аустенитного зерна.

13. Диффузионный распад переохлажденного аустенита, структуры распада.
14. Диаграммы распада переохлажденного аустенита.
15. Критическая скорость закали.
16. Бездиффузионное мартенситное превращение аустенита, природа, структура и свойства мартенсита.
17. Отжиг стали, его разновидности.
18. Нормализация стали.
19. Закалка стали, ее разновидности.
20. Выбор температуры нагрева под закалку для разных марок стали.
21. Выбор закалочных сред, их характеристика.
22. Цель отпуска.
23. Виды отпуска.
24. Фазовые превращения при отпуске.
25. Микроструктура и свойства отпущенной стали

Вопросы к экзамену (5 семестр)

1. Виды химико-термической обработки, их назначение.
2. Цементация стали. Виды цементации. Стали, подверженные цементации.
3. Химические реакции процесса цементации в газовой среде и в твердом карбюризаторе.
4. Варианты термической обработки изделий после цементации.
5. Привести примеры цементированных деталей авиационных изделий.
6. Понятие о легированной стали и целях легирования.
7. Признаки классификации легированных сталей.
8. Классификация легированных сталей по назначению.
9. Влияние легирующих элементов на полиморфные превращения железа.

10. Влияние легирующих элементов на диаграмму железо - углерод.
11. Влияние легирующих элементов на диаграммы распада переохлажденного аустенита.
12. Характеристика основных структурных классов сталей.
13. Принципы маркировки легированных сталей
14. Понятие о прокаливаемости стали.
15. Полумартенситная структура.
16. Критический диаметр закалки.
17. Выбор температуры нагрева под закалку сталей с разным содержанием углерода, в т. ч. заэвтектоидных.
18. Превращения мартенсита при отпуске закаленной углеродистой стали.
19. Влияние температуры отпуска на структуру и свойства углеродистой стали.
20. Основные требования к инструментальным сталям, предназначенным для работы при повышенных температурах.
21. Влияние легирования на превращения при отпуске, структуру и свойства стали.
22. Сущность вторичного твердения.
23. Дисперсионно-твердеющие стали и области их применения.
24. Влияние легирования на критические точки стали.
25. Особенности кинетики растворения карбидных фаз и выбора температуры нагрева под закалку легированных сталей, в том числе сильными карбидообразователями.
26. Особенности технологии проведения высокотемпературной закалки.

Критерии оценки текущей аттестации студентов

Критерии оценки теста

Оценка	Процент выполнения
неудовлетворительно	<50%
удовлетворительно	50%-64%
хорошо	65%-79%

Критерии оценки расчетно-графической работы

✓ 10-8 баллов выставляется студенту, если студент полностью выполнил расчетно-графическое задание. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; выполнены все этапы реализации заданий; семантических и синтаксических ошибок в программах нет; выдержаны правила оформления заданий. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 баллов – работа выполнена полностью; есть незначительные погрешности при реализации отдельных элементов заданий, в программах или в формулах; выдержаны правила оформления заданий. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 5-4 балла – работа выполнена полностью, есть ошибки при реализации отдельных элементах заданий, в программах или в оформлении, связанные с непониманием формулировки задания. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 1-3 балла – работа выполнена не полностью. Допущены ошибки при реализации нескольких заданий, в программах или в оформлении, связанные с неумением использовать инструментов информационных технологий. При защите студент не отвечает более, чем на 2 вопроса преподавателя.

Критерии оценки лабораторной работы

✓ 10-8 баллов выставляется студенту, если он выполнил все задания лабораторной работы, в том числе и самостоятельные. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; семантических и синтаксических ошибок нет; все инструменты изучаемых информационных технологий используются верно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 баллов – работа выполнена полностью; студент выполнил все предложенные в лабораторной работе задания, одно самостоятельное задание

реализовано не для всех исходных данных или есть погрешности в решении; все инструменты изучаемых информационных технологий используются верно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 5-4 балла – работа выполнена полностью. Два самостоятельных задания реализованы не для всех входных данных или есть значительные погрешности в решении; часть инструментов изучаемых информационных технологий используются неверно. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 1-3 балла – работа выполнена не полностью. Самостоятельные задания не выполнены или студент демонстрирует слабое владение инструментами изучаемых информационных технологий. При защите студент не отвечает более, чем на 2 вопроса преподавателя.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине
«Теория и технология термической и химико-термической обработки»**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена/заче та (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал по основам информационных технологий, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет составлять алгоритм решения задачи, реализовывать ее в выбранном программном пакете, а затем выполнить ее документирование, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, свободно использует компьютер для сбора и анализа данных, выбирает эффективный алгоритм обработки информации, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, связанных с проектированием и реализацией программ в области профессиональной деятельности. Минимальная оценка, за все выполненные на практических занятиях задания – ОТЛИЧНО. Минимальный балл тестов 80%. Посещение практических занятий не менее 80%.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал по основам информационных технологий,

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка экзамена/заче та (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
		грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, связанных с проектированием и реализацией задач в области профессиональной деятельности, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения с использованием информационно-коммуникационных средств. Минимальная оценка, за все выполненные на практических занятиях задания – ХОРОШО. Минимальный балл тестов 65%. Посещение практических занятий не менее 70%.
61-75	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала в области информационных технологий, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, связанным с решением задач и применением стандартных пакетов в области своей профессиональной деятельности. Минимальная оценка, за все выполненные на практических занятиях задания – УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО. Минимальный балл тестов 50%. Посещение практических занятий не менее 60%.
0-60	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала по основам информационных технологий, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, связанные с решением задач в программных пакетах. Оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Минимальный балл тестов менее 50%. Посещение практических занятий менее 60%.