

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Иркутская государственная сельскохозяйственная академия**

Кафедра «Технический сервис и общеинженерные дисциплины»

С.В. Агафонов, М.В. Охотин

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ГОРЯЧАЯ
ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ**

Часть 1

Учебно-методическое пособие

Иркутск 2014

УДК 620.22+621.7/9(075.8)

А 235

- А 235 Агафонов С.В., Охотин М.В.
Материаловедение и технология конструкционных материалов.
Материаловедение и горячая обработка металлов. Часть 1 : учеб.-
метод. пособие. – Иркутск : Изд-во ИрГСХА, 2014. – 46 с.

Рекомендовано к печати научно-методическим советом Инженерного факультета Иркутской государственной сельскохозяйственной Академии (протокол № 5 от 30 января 2014 г.).

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент **П.И. Ильин**, кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка и безопасности жизнедеятельности» Инженерного факультета ФГБОУ ВПО Иркутской государственной сельскохозяйственной академии;

кандидат технических наук, доцент **Н.Г. Филиппенко**, кафедра «Технологии ремонта транспортных средств и материаловедения» факультета Транспортные системы ФГБОУ ВПО Иркутского государственного университета путей сообщения.

В пособии кратко изложен круг вопросов, с которыми должен ознакомиться студент, изучающий дисциплину. Даны методические указания по изучению курса и приведены варианты контрольных работ.

Учебно-методическое пособие подготовлено на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта и программы дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов», предназначено для бакалавров обучающихся по направлениям подготовки 110800 – «Агроинженерия», 140100 – «Теплоэнергетика и теплотехника», 190600 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» заочной формы обучения.

© Агафонов С.В., Охотин М.В., 2014

© Издательство ИрГСХА, 2014

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов. Материаловедение и горячая обработка металлов» часть 1, является формирование совокупности знаний о свойствах и строении материалов, способах их получения и упрочнения, технологических методах получения и обработки заготовок.

Задачами дисциплины является изучение:

- особенностей процессов получения различных материалов;
- свойств и строения металлов и сплавов;
- общепринятых современных классификаций материалов;
- технологий производства конкретных видов материалов, технических требований к ним, обеспечения их свойств и технического применения;
- физической сущности явлений в электротехнических материалах при их взаимодействии с электромагнитным полем (для профиля «Электрооборудование и электротехнологии»);
- способов обеспечения свойств материалов различными методами;
- методов получения заготовок с заранее заданными свойствами;
- основных марок металлических и неметаллических материалов;
- влияния производственных и эксплуатационных факторов на свойства материалов.

На основании изучения дисциплины студент должен:

знать:

- современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;
- строение и свойства материалов, методы формообразования и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности;
- влияние условий технологических процессов изготовления и эксплуатации на структуру и свойства современных металлических и неметаллических материалов;
- сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий;

уметь:

- оценивать и прогнозировать состояние материалов под воздействием на них эксплуатационных факторов;
- обоснованно и правильно выбирать материал, способ получения заготовок;
- назначать обработку в целях получения структуры и свойств, обеспечивающих высокую надёжность изделий, исходя из заданных эксплуатационных свойств;
- применять средства контроля технологических процессов;

владеть:

– методами контроля качества материалов, технологических процессов и изделий;

– методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов, исходя из технических требований к изделию;

– средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих ***компетенций:***

– способность обоснованно выбирать материал и назначать его обработку для получения свойств, обеспечивающих высокую надёжность детали;

– способность оценивать выбранный материал и технологию его термической обработки с точки зрения технико-экономических и экологических показателей;

– способность разрабатывать и использовать графическую техническую документацию;

– способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепло-, массообмена;

– способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования;

– способность проводить и оценивать результаты измерений;

– способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения;

– способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования;

– готовность к обработке результатов экспериментальных исследований;

– готовность к участию в проектировании новой техники и технологий;

– готовность изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований;

– стремление к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, владению навыками самостоятельной работы.

2 МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в базовую часть профессионального цикла. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов», являются:

1 Математика: основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, теории вероятности и теории математической статистики, статистических методов обработки экспериментальных данных.

2 Физика: физические основы механики, молекулярная физика и термодинамика; электричество и магнетизм; оптика; атомная и ядерная физика.

3 Химия: химический состав конструкционных материалов, полимеров, резины; процессы коррозии и методы борьбы с ними.

4 Информатика: основы и методы решения математических моделей, составление и применение электронных баз данных.

5 Начертательная геометрия и инженерная графика: методы выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц.

6 Сопротивление материалов: понятия напряжённого состояния, напряжений и деформаций.

Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» является основой для изучения дисциплин: детали машин и основы конструирования, гидравлика, теплотехника, безопасность жизнедеятельности, тракторы и автомобили, сельскохозяйственные машины, теоретические основы электротехники, надёжность и ремонт машин, эксплуатация машинно-тракторного парка, техника и технологии в животноводстве.

3 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Материаловедение

3.1.1 Общие сведения о металлах

Типы кристаллических решёток. Типы связей в твёрдых телах. Строение реальных кристаллов. Понятие о дислокациях. Полиморфизм, анизотропия.

Плавление и кристаллизация металлов. Влияние примесей и других факторов на процесс кристаллизации.

Дефекты кристаллического строения. Влияние дефектов на свойства металлов.

Понятие о химических, физических, механических, технологических и эксплуатационных свойствах металлов. Методы исследования металлов и их сплавов.

3.1.2 Металлические сплавы и диаграммы состояния

Понятия: сплав, компонент, фаза. Твёрдые растворы. Химические соединения. Промежуточные фазы. Механические смеси.

Анализ основных типов диаграмм состояния сплавов. Связь между диаграммой состояния сплавов и их свойствами.

3.1.3 Железоуглеродистые сплавы

Диаграмма состояния железо-цементит. Фазы и структуры в сплавах железа с углеродом.

Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. Дефекты стали. Легирующие компоненты в сплавах «железо-углерод». Классификация и маркировка углеродистых и легированных сталей.

Чугуны. Серый, высокопрочный и ковкий чугуны. Специальные чугуны. Влияние углерода, марганца, кремния, серы и фосфора на свойства чугунов. Структура, свойства, классификация, маркировка и область применения.

3.1.4 Термическая обработка стали

Основы теории термической обработки стали. Превращения в стали при нагреве. Наследственно мелкозернистые и крупнозернистые стали. Действительное зерно аустенита.

Превращения аустенита при охлаждении. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Перлитное превращение. Критическая скорость охлаждения. Мартенситное превращение. Промежуточное (бейнитное) превращение и его особенности. Термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита. Превращения при нагреве закаленной стали (отпуск стали). Обратимая и необратимая отпускная хрупкость.

Технология термической обработки. Основные виды термической обработки. Отжиг и нормализация. Закалка стали. Выбор температуры нагрева при закалке. Охлаждающие среды при закалке. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Отпуск стали. Виды и назначение отпуска. Обработка холодом. Термомеханическая обработка сталей. Особенности термической обработки легированных сталей. Термическая обработка чугуна. Методы поверхностной закалки: индукционный, газопламенный, лазерный.

Дефекты термической обработки.

3.1.5 Химико-термическая обработка

Основы химико-термической обработки.

Цементация. Термическая обработка после цементации.

Азотирование стали. Технология газового азотирования стали.

Цианирование. Нитроцементация.

Диффузионная металлизация.

3.1.6 Конструкционные стали

Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Классификация сталей по назначению, качеству, структуре.

Строительные стали (углеродистые стали обыкновенного качества и низколегированные).

Машиностроительные углеродистые и легированные стали: цементуемые, улучшаемые, рессорно-пружинные.

Стали с улучшенной обрабатываемостью резанием. Шарикоподшипниковые стали. Коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные стали и сплавы. Антифрикционные и фрикционные материалы. Износостойкие стали и сплавы.

3.1.7 Инструментальные стали и сплавы

Основные требования, предъявляемые к инструментальным сталям и сплавам. Понятие теплостойкости (красноломкости). Стали пониженной и повышенной прокаливаемости.

Быстрорежущие стали и их термическая обработка.

Твёрдые сплавы, получение, классификация, маркировка.

Классификация, требования, предъявляемые к штамповым сталям. Стали для штампов при деформации металла в горячем и холодном состояниях.

Стали для измерительного инструмента.

Химико-термическая обработка инструментов. Покрытия на режущих инструментах и штампах.

3.1.8 Материалы с особыми физическими свойствами

Материалы с особыми тепловыми свойствами. Аморфные сплавы. Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения. Сплавы с заданным коэффициентом модуля упругости. Сплавы с эффектом «памяти формы». Магнитные стали и сплавы.

Проводниковые и полупроводниковые электротехнические материалы.

Классификация и основные свойства проводниковых материалов. Электрофизические процессы в проводниках с электрическим током. Сверхпроводники и криопроводники. Проводниковые сплавы припой и флюсы. Электроугольные изделия. Электроконтактные изделия. Проводниковые материалы особо высокой нагревостойкости.

Полупроводниковые материалы. Влияние внешних факторов на проводимость. Элементарные полупроводники и полупроводниковые химические соединения. Полупроводниковые структуры.

Диэлектрические и магнитные электротехнические материалы.

Диэлектрические материалы. Поляризация диэлектриков. Зависимость диэлектрической проницаемости от различных факторов. Газообразные, твёрдые и жидкие диэлектрики, их основные виды и свойства. Пробой диэлектриков, его основные механизмы. Диэлектрические потери.

Электроизоляционные материалы: нефтяные масла, электроизоляционные полимеры, лаки и компаунды, волокнистые материалы, ситаллы, электроизоляционные стёкла и керамика, слюда и материалы на её основе, неорганические электроизоляционные пленки. Старение твёрдой изоляции.

Магнитные материалы. Магнитные свойства вещества. Намагниченность. Магнитная проницаемость. Петля гистерезиса. Магнитомягкие и магнитотвёрдые материалы. Классификация и характеристики.

3.1.9 Цветные металлы и сплавы

Деформируемые сплавы алюминия, упрочняемые и не упрочняемые термической обработкой. Закалка и старение сплавов алюминия. Литейные сплавы алюминия.

Литейные и деформируемые магниевые сплавы. Термическая обработка сплавов магния.

Сплавы меди: латуни и бронзы. Деформируемые и литейные.

Титан и его сплавы. Классификация. Термическая обработка сплавов.

3.1.10 Неметаллические материалы

Основные группы неметаллических материалов. Органические и неорганические материалы. Виды химической связи в неметаллических материалах. Особенности свойств.

Полимерные материалы, их свойства и классификация. Пластмассы: состав, свойства, получение. Поропласты и пенопласты.

Терморезистивные и термопластичные пластмассы. Методы переработки пластмасс в изделия. Экономическая эффективность применения пластмасс.

Резины. Способы их формования: каландрование, экструзия, прессование, литье под давлением. Старение резины. Вулканизация резины.

Неорганические и органические стёкла. Способы получения.

Разновидности древесины, её свойства и области применения.

3.1.11 Порошковые и композиционные материалы

Конструкционные, инструментальные порошковые материалы, материалы со специальными свойствами. Области применения.

Композиционные материалы. Преимущества и недостатки. Требования к матрицам и упрочнителям. Основные виды композиционных материалов: стеклопластики, углепластики, боропластики и др. Области применения.

Получение, состав и области использования керамических материалов. Способы борьбы с хрупкостью.

Технико-экономическая характеристика процессов получения различных типов композиционных материалов. Техника безопасности и охрана окружающей среды.

3.2 Технология конструкционных материалов (Горячая обработка металлов)

3.2.1 Способы получения металлов

Производство чугуна. Основные физико-химические процессы получения чугуна в доменных печах.

Производство стали. Сущность процесса. Способы разливки стали. Строение стального слитка. Способы повышения чистоты стали: обработка синтетическим шлаком, вакуумирование, электрошлаковый переплав.

Прямое восстановление железа.

Сущность способов получения меди, алюминия и титана.

3.2.2 Литейное производство

Способы получения отливок. Правила разработки чертежа отливки и литейной формы в сборе. Модельный комплект.

Формовочные материалы, их виды, назначение и свойства. Формовка при помощи моделей и модельных плит. Литниковая система, назначение, принцип устройства и основы расчёта. Машинная формовка.

Литейные свойства сплавов. Классификация литейных материалов. Особенности технологии изготовления отливок из различных сплавов (чугуна, стали, алюминиевых, медных и др.).

Специальные способы литья: в металлические формы, центробежное, под давлением, оболочковое, по выплавляемым моделям. Прототипирование.

3.2.3 Обработка металлов давлением

Механизм пластической деформации. Влияние обработки давлением на структуру и свойства металла. Холодная и горячая пластическая деформация. Упрочнение металлов. Возврат, рекристаллизация. Влияние химического состава, температуры, скорости деформации, предварительной обработки и схемы напряжённо-деформированного состояния на пластичность и сопротивление металлов деформированию.

Выбор режима нагрева. Нагревательные устройства. Мероприятия по борьбе с окалиной.

Классификация видов обработки металлов давлением. Прокатка, волочение, прессование. Сущность процессов. Продукция.

Ковка. Основные операции. Инструмент и оборудование для ковки. Принципы составления чертежа поковки, выбора заготовок и оборудования для ковки. Ковка в подкладных и секционных штампах. Технологические особенности ковки высоколегированных сплавов и цветных металлов.

Горячая объёмная штамповка. Исходные заготовки и продукция. Штамповка в открытых и закрытых штампах. Области применения объёмной штамповки.

Холодная штамповка. Схема и сущность холодного выдавливания, высадки и объёмной формовки.

Листовая штамповка. Основные операции. Оборудование. Штамповка взрывом, импульсным магнитным полем, электрогидравлическая штамповка.

Специализированные технологические процессы обработки металлов давлением: производство периодического проката и гнутых профилей, прокатка в газозащитных средах и в вакууме, гидроэкструзия и др.

3.2.4 Сварка металлов

Теоретические основы сварки плавлением. Классификация видов сварки. Классификация сварных соединений. Подготовка кромок для сварных соединений.

Термическая сварка. Дуговая сварка. Ручная дуговая сварка. Электроды для ручной сварки, режимы. Автоматическая дуговая сварка под флюсом, сварка в атмосфере защитных газов.

Электрошлаковая сварка. Плазменная, электроннолучевая и лазерная сварка. Схемы и сущность процессов. Оборудование и материалы.

Газовая сварка. Сущность и схема процесса. Характеристики газосварочного пламени. Аппаратура для газовой сварки. Техника безопасности.

Резка металлов плавлением и окислением. Сущность и схемы процессов, применяемое оборудование.

Области применения различных способов термической сварки.

Термомеханическая и механическая сварка. Контактная сварка — стыковая, точечная, шовная. Сварка аккумулированной энергией. Режимы сварки. Оборудование.

Сварка трением, ультразвуковая сварка, сварка взрывом, диффузионная сварка. Сущность и схема процессов.

Свариваемость металлов и сплавов. Особенности сварки различных металлов и сплавов. Сварка углеродистых и легированных сталей. Сварка высоколегированных коррозионностойких сталей. Сварка чугуна. Сварка меди и её сплавов. Сварка алюминия и его сплавов. Сварка тугоплавких металлов и сплавов. Техника безопасности при сварочных работах.

Склеивание материалов. Клеи. Холодная сварка. Пайка. Сварка пластмасс.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Материаловедение

4.1.1 Структура и основные свойства металлов и сплавов

Рассмотрите типы химической связи в твердых телах. Основное внимание обратите на особый тип металлической связи. Необходимо разобраться в видах несовершенств кристаллического строения и особенно в строении дислокаций (линейных несовершенств), причинах их легкого перемещения в кристаллической решетке и влияния на механические свойства.

Разберитесь в теоретических основах процесса кристаллизации, состоящего из двух элементарных процессов зарождения и роста кристаллов и в определяющем влиянии на эти параметры степени переохлаждения.

При изучении процесса кристаллизации необходимо иметь в виду решающее значение реальной среды в формировании структуры литого металла, а также возможность искусственного воздействия на строение путем модифицирования.

Вопросы для самопроверки

- 1 Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?
- 2 Виды дислокаций и их строение.
- 3 В чём физическая сущность процесса кристаллизации?
- 4 Какова связь между величиной зерна, скоростью зарождения, скоростью роста кристаллов и степенью переохлаждения?

4.1.2 Теория сплавов

Уясните, что такое твёрдый раствор, химическое (металлическое) соединение, механическая смесь. Нужно усвоить общую методику построения диаграммы состояния для различных случаев взаимодействия компонентов в твёрдом состоянии.

С помощью правила Курнакова уметь устанавливать связь между составом, строением и свойствами сплава.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие имеются разновидности строения двухкомпонентных сплавов?
- 2 Что называется фазой, компонентом, степенью свободы, системой, структурой?
- 3 Какая существует связь между видом диаграмм состояния сплавов и их свойствами?

4.1.3 Железо и его сплавы

Студент обязан уметь на память вычертить диаграмму состояния «железо-цементит» и определить все фазы и структурные составляющие этой системы, а также строить с помощью правила фаз Гиббса кривые охлаждения (или нагревания) для любого сплава, четко разбираться в классификации железоуглеродистых сплавов и усвоить, что различие между тремя классами (техническое железо, сталь, чугун) не является формальным (по содержанию углерода).

Изучите влияние легирующих элементов на критические точки железа и стали и объясните, при каком сочетании углерода и соответствующего легирующего элемента могут быть получены легированные стали ферритного, перлитного, аустенитного и ледебуритного классов.

Уясните влияние постоянных примесей на свойства стали и чугуна и разберитесь в различии металлической основы чугунов. Обратите внимание на способы получения ковких и высокопрочных чугунов. Должна быть изучена физическая сущность процесса графитизации.

Вопросы для самопроверки

- 1 Каковы структура и свойства технического железа, стали и белого чугуна?
- 2 Какие легирующие элементы являются карбидообразующими?
- 3 Какие легирующие элементы способствуют графитизации?
- 4 Каковы структуры серых чугунов?
- 5 Как получают высокопрочный чугун? Строение, свойства и назначение. Влияние форм графита на свойства чугунов.

4.1.4 Термическая обработка стали.

Основы теории термической обработки стали. Термическая обработка – один из основных способов влияния на строение, а следовательно, и на свойства сплавов.

При изучении превращений переохлажденного аустенита особое внимание обратите на диаграмму изотермического распада. Разберитесь в механике и особенностях перлитного, промежуточного и мартенситного превращений. Уясните различие и сходство одноимённых структур, получаемых при диффузионном превращении аустенита и отпуске закалённой стали. Запомните практическое значение термокинетических диаграмм.

Изучите влияние легирующих элементов на кинетику и характер превращения аустенита. Уясните влияние легирующих элементов на превращения при отпуске.

Вопросы для самопроверки

- 1 Механизм образования аустенита при нагреве стали.
- 2 Каковы механизмы и температурные районы образования структур перлитного типа (перлита, сорбита, троостита) и бейнита?
- 3 Что такое мартенсит и в чём сущность и особенности мартенситного превращения?

4 Чем отличаются структуры троостита, сорбита и перлита отпуска от одноимённых структур, образующихся при превращении переохлажденного аустенита?

5 Как влияют легирующие элементы на перлитное превращение?

Технология термической обработки. При изучении технологических процессов термической обработки особое внимание обратите на разнообразие режимов и их назначение.

Уясните различие между закаливаемостью и прокаливаемостью стали.

При изучении индукционной закалки уясните связь между глубиной закаленного слоя и частотой тока.

Вопросы для самопроверки

- 1 Приведите определения основных видов термической обработки: отжига, нормализации, закалки и отпуска.
- 2 Природа фазовых и термических напряжений.
- 3 Разновидности закалки, и в каких случаях они применяются.
- 4 Охлаждающие среды при закалке и их особенности.
- 5 Виды и причины брака при закалке.
- 6 Для чего и как производится обработка холодом?
7. В чём особенности термической обработки легированной стали?
- 8 В чём сущность и особенности термомеханической обработки?
- 9 Каковы преимущества поверхностной индукционной закалки?

4.15 Химико-термическая обработка

При изучении основ химико-термической обработки следует исходить из того, что принципы химико-термической обработки едины. Нужно рассмотреть реакции в газовой среде при цементации или азотировании и усвоить современные представления о диффузии в металлах.

Разберитесь в технологии проведения отдельных видов химико-термической обработки. Уясните преимущества и области использования цементации, азотирования, цианирования, нитроцементации и различных видов диффузионной металлизации.

Вопросы для самопроверки

- 1 В чём заключаются физические основы химико-термической обработки?
- 2 Назначение и режимы термической обработки после цементации.
- 3 Для каких целей и как производятся цианирование и нитроцементация?
- 4 Сущность процесса диффузионного хромирования.

4.1.6 Конструкционные стали

Усвойте принципы маркировки стали и умейте по марке определить состав и особенности данной стали.

Особое внимание уделите технологическим особенностям термической обработки легированной стали различных групп.

Рассмотрите способы классификации (по структуре в нормализованном состоянии и, что особенно важно для машиностроителей, по назначению), основные принципы выбора для различного назначения цементуемых, улучшаемых, пружинно-рессорных и других сталей.

Вопросы для самопроверки

- 1 Расшифруйте химический состав стали марок: 40, 20X, 18X2H4BA, 30XГСА, 50Г.
- 2 Чем определяется выбор марки улучшаемой стали для изделий различного назначения? Примеры марок стали, используемых в различных условиях работы.
- 3 Термическая обработка рессорно-пружинной стали.

4.1.7 Инструментальные стали и сплавы

Изучите классификацию инструментальных сталей в зависимости от применения инструмента и в связи с этим рассмотрите основные эксплуатационные свойства инструмента каждой группы. Особое внимание уделите быстрорежущим сталям. Уясните причины их высокой красностойкости и особенности термической обработки.

При изучении штамповых сталей необходимо различать условия работы штампов для деформирования металла в холодном состоянии и штампов для деформирования металла в горячем состоянии.

Вопросы для самопроверки

- 1 Расшифруйте химический состав стали марок: У10, 9ХС, ХВГ, Р18, Р9М4К8, Х12, 6ХВ2С.
- 2 Требования, предъявляемые к сталям для режущего инструмента.
- 3 Какова термическая обработка быстрорежущей стали?
- 4 Что представляют собой твердые сплавы? Каковы их свойства и преимущества?

4.1.8 Материалы с особыми физическими свойствами

Разберитесь с классификацией и маркировкой этой группы сталей. Необходимо знать, что собой представляют стали и сплавы с особыми свойствами, для каких условий работы они предназначены. Знать их химический состав, влияние состава и термической обработки на свойства.

Рассмотрите основные принципы выбора износостойких, шарикоподшипниковых, нержавеющей, жаропрочных и других сталей.

При изучении жаропрочных сталей обратите внимание на особенности поведения металла под нагрузкой при повышенных температурах. Уясните сущность явления ползучести.

В качестве примеров указать три-четыре марки стали каждой группы, расшифровать состав, назначить режим термической обработки и описать структуру и полученные свойства.

Вопросы для самопроверки

- 1 Особенности термической обработки шарикоподшипниковых сталей.
- 2 Каковы требования, предъявляемые к коррозионностойким сталям?
- 3 Что такое окалиностойкость?
- 4 В чём особенность термической обработки мартенситностареющих сталей?
- 5 Что такое ползучесть сплава?

4.1.9 Цветные металлы и сплавы

Изучите классификацию медных сплавов и их маркировку. Состав, структура, свойства и область применения разных групп медных сплавов.

Уясните область применения антифрикционных материалов: баббитов и бронз. Какие требования предъявляются к ним, их свойства и структура.

Обратите внимание на основные преимущества алюминиевых и магниевых сплавов, связанные с их высокой удельной прочностью. Рассмотрите классификацию алюминиевых сплавов и обоснуйте технологический способ изготовления изделий из сплавов каждой группы. Разберитесь в основах теории термической обработки (заковки и старения) легких сплавов. Обоснуйте выбор способа упрочнения деформируемых и литейных сплавов.

Рассмотрите классификацию титановых сплавов, их термическую обработку.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие сплавы относятся к латуням и бронзам?
- 2 Как классифицируются алюминиевые сплавы?
- 3 В чём сущность процесса старения?
- 4 Какие требования предъявляются к подшипниковым сплавам скольжения?
- 5 Каковы особенности титановых сплавов и область их применения?

4.1.10 Неметаллические материалы

Изучите основные группы неметаллических материалов: органические и неорганические. Виды химической связи в неметаллических материалах, особенности их свойств.

Уясните область применения полимерных материалов, их свойства и классификацию. Пластмассы: состав, свойства, получение. Поропласты и пенопласты. Терморезистивные и термопластичные пластмассы. Методы переработки пластмасс в изделия. Экономическая эффективность применения пластмасс.

Резины. Способы их формования: каландрование, экструзия, прессование, литье под давлением. Старение резины. Вулканизация резины.
Неорганические и органические стёкла. Способы получения.
Разновидности древесины, её свойства и области применения.

Вопросы для самопроверки

- 1 Охарактеризуйте основные группы неметаллических материалов.
- 2 Какова область применения полимерных материалов? Пластмассы, поропласты, пенопласты – их состав, свойства, применение.
- 3 Какие существуют способы получения резины, что подразумевается под словом старение?
- 4 В чём отличие неорганических и органических стёкол, каковы способы их получения?
- 5 Виды древесины, каковы их свойства и область применения?

4.1.11 Порошковые и композиционные материалы

Изучите конструкционные, инструментальные порошковые материалы, материалы со специальными свойствами. Области их применения.

Изучая композиционные материалы, уделите внимание преимуществам и недостаткам, требованиям к матрицам и упрочнителям. Обратите внимание на основные виды композиционных материалов: стеклопластики, углепластики, боропластики и др. Области их применения.

Как получают, каков состав и области использования керамических материалов. Способы борьбы с хрупкостью.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие порошковые материалы относятся к конструкционным и инструментальным? Какова область их применения?
- 2 Какова область применения основных видов композиционных материалов?
- 3 Как получают керамические материалы?

4.2 Технология конструкционных материалов (Горячая обработка металлов)

4.2.1 Способы получения металлов

Рассмотрите устройство доменной печи и основные физико-химические процессы, протекающие в ней, продукты доменной плавки и их применение. Уяснить классификацию чугунов. Изучите устройство современных кислородных конвертеров, мартеновских и электрических печей с протекающими в них физико-химическими процессами при выплавке стали. Рассмотрите способы разливки и раскисления стали, укажите преимущества непрерывной разливки стали.

Вопросы для самопроверки

- 1 Кратко изложить ход доменного процесса и его основные показатели.
- 2 Опишите сущность и преимущества кислородно-конвертерного способа производства стали.
- 3 Опишите сущность электрошлаковой плавки стали.
- 4 Укажите отличия спокойной стали от кипящей.

4.2.2 Литейное производство

Общую схему технологического процесса производства отливок разберите на примере изготовления отливок в песчаных формах. Усвойте назначение модельных комплектов.

Обратите внимание на составы формовочных смесей для стального, чугуна и цветного литья.

Специальные способы литья (литье в оболочковые формы, по выплавляемым моделям, в кокиль, под давлением, центробежное и др.) обеспечивают получение отливок с высокими эксплуатационными свойствами.

Вопросы для самопроверки

- 1 Охарактеризуйте схему технологического процесса изготовления отливок. Технологические требования к конструкции литых деталей.
- 2 Какие дефекты возникают в литых деталях при усадке?
- 3 Охарактеризуйте схему технологического процесса получения отливок в оболочковых формах, его достоинства и недостатки.

Изготовление отливок из различных сплавов. Необходимо усвоить влияние химического состава, температурного интервала кристаллизации, температуры заливки и теплофизических свойств формы на литейные свойства сплавов.

Механические свойства чугуна определяются структурой металлической основы и формой графита. На структуру чугуна влияют химический состав сплава, скорость затвердевания и охлаждения отливки, легирующие элементы, модифицирование расплава и термическая обработка отливок.

Обратите внимание на особенности изготовления стальных отливок.

Рассмотрите особенности изготовления форм для получения отливок из алюминиевых, магниевых и медных сплавов.

Изучите виды термической обработки, применяемой для улучшения свойств отливок.

Изучите виды контроля качества отливок.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие литейные свойства металлов вы знаете?
- 2 Приведите классификацию серых, высокопрочных и ковких чугунов?
- 3 Перечислите дефекты литья и способы их устранения.

4.2.3 Обработка металлов давлением

Пластическая деформация и рекристаллизация. Рассмотрите физическую природу деформации и разрушения. Особое внимание уделите механизму пластической деформации, её влиянию на микро- и субмикроструктуру, а также на плотность дислокаций. Разберитесь в сущности явления наклепа и его практическом использовании.

Необходимо знать сущность рекристаллизационных процессов и как при этом изменяются механические и физико-химические свойства. Уясните различие между холодной и горячей пластическими деформациями.

Вопросы для самопроверки

- 1 В чём различия между упругой и пластической деформациями?
- 2 Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации?
- 3 Что такое критическая степень деформации?

Физико-механические основы обработки металлов давлением. Изучая обработку металлов давлением, следует уяснить понятия пластичности, ковкости, штампуемости и методы их определения.

Уясните различие между горячей и холодной обработкой давлением, и их влияние на структуру и свойства металла.

Изучая виды обработки металлов давлением, особое внимание уделите их технологическим возможностям и области применения.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие факторы влияют на пластичность металлов?
- 2 В чём отличие холодной обработки давлением от горячей?
- 3 Что такое критическая степень деформации?
- 4 Каково назначение рекристаллизационного отжига?

Нагрев металла перед обработкой давлением. Нагрев металлов перед обработкой давлением производится в целях повышения его пластичности и уменьшения сопротивления деформированию. Каждый металл и сплав имеет свой, строго определённый температурный интервал горячей обработки давлением, нарушение которого приводит к образованию в изделии брака (большой величине зерна, неоднородности, нарушению сплошности и др.). Большое значение для качества металла имеет скорость нагрева.

Вопросы для самопроверки

- 1 Как выбираются температура начала и конца горячей обработки стали давлением?
- 2 Каковы величины угара металла при нагреве в различных нагревательных устройствах?
- 3 Какие существуют способы безокислительного нагрева металла? В чём их сущность?

Прокатка, волочение и прессование. Изучая процесс прокатки, необходимо уяснить схему и сущность процесса.

Изучите сортамент прокатных профилей для машиностроения и металлообработки.

Волочение производят обычно в холодном состоянии, что приводит к появлению в металле наклепа. Для снятия наклепа применяют промежуточный, или так называемый межоперационный отжиг.

При изучении волочения необходимо понять сущность процесса при получении прутков, фасонных профилей и труб.

Процесс прессования, осуществляемый в холодном или горячем состоянии, позволяет получать профили более сложной формы, чем при прокатке. Заготовками являются слитки и прокат.

При изучении прессования следует уяснить, что этот способ применяют для обработки давлением труднодеформируемых сталей и сплавов цветных металлов. Прессование производят на прессах, которые по назначению делят на прутковые и трубные. Изучите принцип работы этих прессов, применяемый инструмент.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какая зависимость существует между величиной обжатия при прокатке, диаметром валков и углом захвата?
- 2 В чём заключается подготовка металла к волочению? Виды этой подготовки.
- 4 Приведите схемы и изложите сущность процесса прессования металла прямыми и обратными методами.

Ковка. При свободной ковке происходит обжатие заготовки между двумя бойками молота с применением разнообразного кузнечного инструмента. Следует знать основные операции свободнойковки и кузнечный инструмент.

Необходимо усвоить последовательность выполнения технологических операций на примере изготовления какой-либо поковки.

Вопросы для самопроверки

- 1 Объясните сущность процесса свободнойковки и влияниековки на структуру и свойства металла.
- 2 Разберите схему устройства пневматического и паровоздушного ковочного молотов.
- 4 Какие вы знаете коэффициенты деформации при свободнойковке?

Горячая объёмная штамповка. При объёмной штамповке пластическое течение металла ограничено полостью специального инструмента – штампа, который служит для получения поковки только данной конфигурации. Горячая объёмная штамповка по сравнению с ковкой позволяет изготовить поковку, по конфигурации очень близкую к готовой детали с большей точностью и более высокой производительностью.

Изучая разновидности штамповки, следует обратить внимание на их преимущества, недостатки и область рационального применения.

Вопросы для самопроверки

- 1 Объясните схемы объёмной штамповки в открытых и закрытых штампах.
- 2 Начертите открытый и закрытый штампы и объясните их устройство, достоинства и недостатки. Что такое многоручьевой штамп и когда он применяется?
- 3 Чем отличается штамповка на прессах от штамповки на молотах? Перечислите достоинства и недостатки штамповки на молотах.

Холодная штамповка. Под холодной понимают штамповку без предварительного нагрева заготовок, то есть такой процесс деформирования, который соответствует условиям холодного деформирования.

Рассматривая схемы формоизменяющих операций, следует отметить факторы, ограничивающие предельное формоизменение, то есть технологические возможности каждой операции.

Изучая принципиальные схемы способов штамповки, обратите внимание на преимущества, недостатки и области рационального применения каждого из них.

Вопросы для самопроверки

- 1 Изложите сущность и разновидности процессов холодной объёмной штамповки, исходный материал и получаемые детали.
- 2 Штампы простого, последовательного и совмещенного действия, их устройство и области применения.
- 3 Изобразите схемы и изложите сущность штамповки взрывом, эластичной средой, импульсным магнитом, области их применения.

Специализированные технологические процессы обработки металлов давлением. При обработке давлением в современном производстве растут требования к уменьшению технологических отходов и повышению производительности, возникает необходимость обработки труднодеформируемых металлов и сплавов с особыми эксплуатационными свойствами. Поэтому, рассматривая развивающиеся процессы производства периодического проката и гнутых профилей, прокатки и накатки зубчатых колес, прокатки в газозащитных средах и в вакууме, гидроэкструзию и др., обратите внимание на области их применения и получаемые заготовки и детали.

Вопросы для самопроверки

- 1 Когда рационально применять гнутые профили?
- 2 В каких случаях применяют прокатку в газозащитных средах и вакууме?
- 3 За счёт чего улучшаются механические свойства зубчатых колес, получаемых горячей прокаткой по сравнению с изготовлением резанием?

4.2.4 Сварочное производство

Физические основы получения сварных соединений. Необходимо уяснить физическую сущность сварки, как процесса получения неразъёмного соединения материалов посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве или пластическом деформировании.

Сварка – экономически выгодный, высокопроизводительный, автоматизированный технологический процесс, широко применяемый во всех отраслях машиностроения. Сваркой соединяют однородные и разнородные металлы и сплавы, металлы с неметаллическими материалами (керамикой, графитом, стеклом и др.), а также пластмассы.

Вопросы для самопроверки

- 1 Укажите классификацию сварочных процессов.
- 2 Изложите физическую сущность сварки плавлением и сварки давлением.

Термическая сварка. Необходимо получить ясное понимание сущности электрической дуги и её свойств, затем рассмотреть способы ручной дуговой сварки, полуавтоматической и автоматической сварки плавлением: сварку под флюсом, сварку в среде защитных газов (аргонодуговую сварку, сварку в углекислом газе), плазменную, электрошлаковую, электроннолучевую и газовую сварку. При этом раскрыть сущность каждого способа сварки, применяемого оборудования и сварочных материалов, а также изучить технологические возможности и область применения различных способов сварки.

При изучении термической резки металлов рассмотреть существующие способы резки металлов: газокислородный, кислородно-флюсовый, воздушно-дуговой, плазменно-дуговой. Ознакомиться с технологическими особенностями каждого способа резки и применяемой аппаратурой.

Вопросы для самопроверки

- 1 В чём состоит сущность автоматической сварки под слоем флюса?
- 2 Укажите принцип действия газовых горелок высокого и низкого давления (инжекторной).
- 3 Опишите процесс газовой резки металлов с указанием требований, которым должны удовлетворять металлы, подвергаемые резке.

Термомеханическая и механическая сварка. Необходимо уяснить, что контактная сварка относится к видам сварки с кратковременным нагревом места соединения без оплавления или с оплавлением и осадкой разогретых заготовок. Характерная особенность этих процессов – пластическая деформация, в ходе которой формируется сварное соединение.

Обратите внимание на изучение других способов сварки давлением: диффузионную сварку в вакууме, сварку трением, ультразвуковую сварку. Изучите сущность и технологические особенности этих способов сварки, области их применения.

Вопросы для самопроверки

- 1 Укажите основные виды контактной сварки.
- 2 Изложите сущность ультразвуковой сварки.
- 3 Объясните сущность диффузионной сварки в вакууме.

Технология сварки различных металлов и сплавов. Рассмотрите кристаллизацию металла сварного шва, возникновение деформаций и напряжений в сварных деталях. Для усвоения материала необходимо обратиться к диаграмме «железо-цементит» для изучения структурных изменений в зоне шва и близлежащих зонах, а также уяснить, какие структурные превращения происходят в зоне термического влияния.

Ознакомьтесь с особенностями сварки сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов. Укажите особенности сварки пластмасс, схему процесса, применяемое оборудование.

Вопросы для самопроверки

- 1 Как определяют свариваемость стали?
- 2 Каковы особенности дуговой сварки углеродистых и легированных сталей?
- 3 С чем связана трудность сварки чугуна?

Пайка металлов и сплавов. Уясните сущность процесса пайки, обращая внимание на плавление только присадочного материала, имеющего более низкую температуру плавления, чем основной. Учитывая разнообразие соединяемых металлов и сплавов и применяемых припоев, необходимо ознакомиться со схемами процесса пайки, классификацией припоев, основными технологическими требованиями, которым они должны удовлетворять.

Вопросы для самопроверки

- 1 Изложите физическую сущность процесса пайки. Область применения.
- 2 По каким признакам классифицируются припой?
- 3 В чём сущность ультразвуковой пайки?

5 ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

- 1 Механизм и физическая сущность процесса кристаллизации.
- 2 Явление полиморфизма в приложении к железу.
- 3 Физическая сущность процесса плавления.
- 4 Условия получения мелкозернистой структуры при самопроизвольно развивающейся кристаллизации (используя теорию Таммана).
- 5 Что такое переохлаждение и как оно влияет на структуру кристаллизующегося металла?
- 6 Особенности металлического типа связи и основные свойства металла.
- 7 Что такое твердые растворы внедрения и замещения? Приведите примеры.
- 8 Что такое промежуточные фазы? Фазы внедрения, электронные фазы и их характерные свойства.
- 9 Виды несовершенств кристаллического строения и их влияние на свойства металлов.
- 10 Механизм влияния различных модификаторов на строение литого слитка.
- 11 Строение реального слитка и явление транскристаллизации.
- 12 Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаных медных лент? Назначьте режим термической обработки и опишите физическую сущность происходящих процессов.
- 13 Линейные несовершенства кристаллического строения. Как они влияют на свойства металлов и сплавов?
- 14 Опишите какие существуют методы изучения металлов.
- 15 Механизм упругой и пластической деформации реального (поликристаллического) металла.
- 16 Как влияет изменение структуры в процессе деформации на свойства деформированного металла? В чём сущность и каково практическое применение наклепа?
- 17 Прутки олова были деформированы при температуре 20 °С. Объясните, почему эти прутки не упрочнились при деформировании и опишите процессы, протекающие при этом.
- 18 Влияние степени пластической деформации на процесс рекристаллизации и величину зерна.
- 19 Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на процесс рекристаллизации? Что такое критическая степень деформации?
- 20 Как изменяются механические и другие свойства при нагреве наклепанного металла?
- 21 Объясните различие между холодной и горячей пластической деформацией.
- 22 Как изменяются строение и свойства в процессе отбоя (возврата) предварительно наклепанного металла?
- 23 Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации металлов и почему?

- 24 Дайте определение анизотропии и укажите, как она проявляется в свойствах кристаллов. Приведите примеры использования анизотропии в технике.
- 25 Что такое аллотропические превращения в металлах? Изобразите кривую охлаждения при аллотропических превращениях железа и дайте необходимые пояснения к ней.
- 26 Чем отличается строение кристаллической решетки твёрдого раствора замещения от твёрдого раствора внедрения. Ответ проиллюстрируйте необходимыми рисунками.
- 27 Современное оборудование и технология получения чугуна. Продукты доменной плавки.
- 28 Сущность производства стали. Какие разновидности процессов получения стали существуют?
- 29 Производство стали в конвертерах. Особенности технологии. Получаемые стали и область их применения.
- 30 Производство стали в мартеновских печах. Особенности технологии. Получаемые стали и область их применения.
- 31 Способы раскисления стали. Чем спокойная сталь отличается от кипящей? Строение слитка спокойной и кипящей стали.
- 32 Процесс прямого (внедоменного) получения железа из руд.
- 33 Производство стали в электропечах. Особенности технологии плавки. Получаемые стали и области их применения.
- 34 Дайте сравнительную характеристику мартеновского и конвертерного способов получения стали. Укажите их преимущества и недостатки.
- 35 Сравните между собой способы повышения качества стали: вакуумирование при разливке, электрошлаковый и вакуумно-дуговой переплав.
- 36 Основные способы разливки стали. Приведите их схемы, достоинства и недостатки каждого из способов.
- 37 Выберите наиболее экономичный (с точки зрения потерь металла) способ разливки стали. Приведите его схему и характеристику применяемого оборудования.
- 38 Сущность и схема электрошлакового переплава, его достоинства и перспективы развития. Области применения получаемой стали.
- 39 Оборудование и технология получения алюминия. Способы рафинирования алюминия. Укажите марки выплавляемого алюминия, их свойства и области применения.
- 40 Оборудование и технология выплавки меди. Способы рафинирования меди. Укажите марки выплавляемой меди, их свойства и области применения.
- 41 Оборудование и технология производства титана. Области применения титана и его марки.
- 42 Оборудование и технология получения магния. Области применения магния и его марки.
- 43 Методы получения металлических и металлокерамических порошковых материалов и изготовления из них полуфабрикатов и изделий.

44 Что собой представляют диаграммы состояния металлических сплавов? Какими методами строят эти диаграммы?

45 Изобразите диаграммы состояния двойных систем для случаев образования устойчивых и неустойчивых химических соединений. Дайте необходимые пояснения к диаграммам. Что такое эвтектика?

46–60 решить задачи.

Вычертите диаграмму состояния системы, соответствующей заданию, укажите и охарактеризуйте фазы и структуры во всех областях диаграммы. Постройте кривую охлаждения для сплава указанной концентрации с применением правила фаз и опишите превращения, происходящие при охлаждении. Пользуясь правилом отрезков, определите состав и количественное соотношение фаз данного сплава для любой температуры, лежащей между линиями ликвидуса и солидуса.

Данные по типу диаграммы состояния и концентрации компонента взять из таблицы 1.

Таблица 1 – Исходные данные для решения задач с №46 по №60

| №№ задач | Диаграмма состояния системы | Концентрация компонента в сплаве | №№ задач | Диаграмма состояния системы | Концентрация компонента в сплаве |
|----------|-----------------------------|----------------------------------|----------|-----------------------------|----------------------------------|
| 46 | Cu-Ag | 10 % Ag | 54 | Sn-Zn | 30 % Zn |
| 47 | Pb-Mg | 30 % Mg | 55 | Mg-Ca | 40 % Ca |
| 48 | Cu-Ni | 15 % Ni | 56 | Cd-Zn | 50 % Zn |
| 49 | Cu-As | 15 % As | 57 | Al-Ge | 10 % Ge |
| 50 | Pb-Sb | 10 % Sb | 58 | Mg-Ge | 20 % Ge |
| 51 | Pb-Sn | 30 % Sn | 59 | Sb-Ge | 30 % Ge |
| 52 | Al-Cu | 5 % Cu | 60 | Bi-Sb | 30 % Sb |
| 53 | Al-Si | 20 % Si | | | |

61–84 решить задачи.

Вычертите диаграмму состояния Fe-Fe₃C, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава определенной концентрации. Для этого же сплава определите по правилу отрезков при заданной температуре: процентное содержание углерода в фазах, количественное соотношение фаз.

Данные по концентрации углерода в сплаве и по температуре взять из таблицы 2.

Таблица 2 – Исходные данные для решения задач с №61 по №84

| №№ задач | Концентрация С в сплаве, % | Температура, °С | №№ задач | Концентрация С в сплаве, % | Температура, °С |
|----------|----------------------------|-----------------|----------|----------------------------|-----------------|
| 61 | 1,0 | 750 | 73 | 4,3 | 850 |
| 62 | 1,6 | 1350 | 74 | 5,3 | 900 |
| 63 | 1,2 | 800 | 75 | 5,4 | 1300 |
| 64 | 1,7 | 1400 | 76 | 5,8 | 1250 |
| 65 | 1,1 | 1400 | 77 | 0,6 | 750 |
| 66 | 1,8 | 1300 | 78 | 0,6 | 1450 |
| 67 | 2,3 | 1250 | 79 | 0,7 | 1450 |
| 68 | 2,5 | 900 | 80 | 0,8 | 1450 |
| 69 | 0,2 | 1500 | 81 | 1,0 | 650 |
| 70 | 0,5 | 750 | 82 | 6,0 | 1200 |
| 71 | 2,8 | 1250 | 83 | 1,4 | 1350 |
| 72 | 3,5 | 1200 | 84 | 2,0 | 1300 |

85 При непрерывном охлаждении стали У8 получена структура троостит-мартенсит. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите интервал температур превращений и опишите характер превращения в каждом из них.

86 Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на неё кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твёрдости НВ 450. Опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

87 Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на неё кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твёрдости HRC 50. Опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

88 Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на неё кривую изотермической обработки, обеспечивающей получение твёрдости HRC 45. Опишите сущность превращений и получаемую структуру.

89 Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на неё кривую изотермической обработки, обеспечивающей твёрдость HRC 55. Опишите сущность превращений и получаемую структуру.

90 Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на неё кривую режима термической обработки, обеспечивающей получение твёрдости HRC 60–63. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура при этом получается.

91 Используя диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, объясните, почему нельзя получить в стали чисто мартенситную структуру при охлаждении её со скоростью, меньшей критической скорости закалки.

- 92 Изобразите диаграмму изотермического превращения аустенита и опишите превращения в стали, содержащей 0,8 % углерода, при температурах 650, 550, 400 и 200 °С. Охарактеризуйте теоретическое и практическое значение диаграммы изотермического превращения аустенита.
- 93 Изложите теоретические основы мартенситного превращения. Почему оно называется бездиффузионным? Охарактеризуйте структуру и отличительные свойства мартенсита.
- 94 Вычертите диаграмму изотермического превращения для стали У8. Нанесите на неё кривую режима непрерывного охлаждения, обеспечивающего получение твёрдости НВ 200–250. Опишите превращения, происходящие в стали при охлаждении, и какая структура при этом получается.
- 95 Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на неё кривую режима непрерывного охлаждения, обеспечивающего получение твёрдости НВ 300–400. Опишите превращения, происходящие в стали при охлаждении, и какая структура при этом получается.
- 96 Изобразите диаграмму изотермического превращения стали, содержащей 0,8 % углерода и укажите область перлитного, промежуточного и мартенситного превращения. Объясните механизм перлитного и мартенситного превращения. Особенности строения перлита и мартенсита.
- 97 Изобразите диаграмму изотермического превращения стали, содержащей 0,8 % углерода и укажите область перлитного, промежуточного и мартенситного превращения. Объясните механизм промежуточного превращения, какие структуры при этом образуются.
- 98 Вычертите диаграмму изотермического превращения для стали У8. Нанесите на неё кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение структуры сорбита. Опишите превращения, происходящие в стали при охлаждении, особенности строения получаемой структуры и её твердость.
- 99 Вычертите диаграмму изотермического превращения стали, содержащей 0,8 % углерода. Нанесите на неё кривую режима непрерывного охлаждения, обеспечивающего получение структуры троостит. Опишите превращения, происходящие в стали при охлаждении, особенности строения получаемой структуры и её твердость.
- 100 В структуре углеродистой стали 30 после закалки не обнаруживается остаточного аустенита, а в структуре углеродистой стали У12 после закалки наблюдается до 30 % остаточного аустенита. Объясните причину этого явления в связи с мартенситными кривыми для сталей. Какой обработкой можно устранить остаточный аустенит?
- 101 В чём отличие обычной закалки от ступенчатой и изотермической? Каковы преимущества и недостатки каждого из этих видов закалки? Покажите на диаграмме изотермического превращения аустенита эти виды закалки.
- 102 В структуре углеродистой стали У12 после закалки наблюдается до 30 % остаточного аустенита. Объясните причину этого явления. Какой обработкой можно устранить остаточный аустенит?
- 103 Почему для изготовления некоторого вида инструмента применяется сталь с исходной структурой перлита? В результате какой термической обработки можно получить эту структуру?

- 104 Какие структурные и фазовые превращения происходят при нагреве и охлаждении доэвтектоидной и заэвтектоидной сталей в процессе их закалки? Что такое критическая скорость?
- 105 В чём заключается отрицательное влияние цементитной сетки на свойства инструментальной стали У10 и У12? Какой термической обработкой можно её уничтожить? Обоснуйте выбранный режим термической обработки.
- 106 Причины возникновения внутренних напряжений при закалке. Каким способом можно предохранить изделие от образования закалочных трещин?
- 107 В чём заключается обработка стали холодом. Для чего и в каких случаях она применяется?
- 108 Используя диаграмму состояния «железо-цементит» и кривую изменения твёрдости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для углеродистой стали 45 температуру закалки и температуру отпуска, необходимые для получения твёрдости НВ 250. Опишите превращения, которые совершились в стали в процессе закалки и отпуска, и полученную после термообработки структуру.
- 109 После закалки углеродистой стали со скоростью охлаждения выше критической была получена структура, состоящая из феррита и мартенсита. Проведите на диаграмме состояния «железо-цементит» ординату, соответствующую примерному составу заданной стали, укажите принятую в данном случае температуру нагрева под закалку и опишите превращения, которые произошли в стали при нагреве и охлаждении. Как называется такой вид закалки?
- 110 С помощью диаграммы состояния «железо-цементит» определите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 20. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и приведите краткое описание микроструктуры и свойств стали после каждого вида обработки.
- 111 С помощью диаграммы состояния «железо-цементит» определите температуру полной и неполной закалки для стали 45 и дайте краткое описание микроструктуры и свойств стали после каждого вида термической обработки.
- 112 Как изменяются структура и свойства сталей 45 и У10 в результате закалки от температуры 840 °С и 760 °С (объясните с применением диаграммы состояния «железо-цементит»).
- 113 Опишите структуру и свойства сталей 45 и У 12 после закалки от температур 840 °С и 760 °С (объясните с применением диаграммы состояния «железо-цементит»).
- 114 Втулки из стали 40 закалены: первая – от температуры 770 °С, вторая – от температуры 840 °С. Используя диаграмму состояния «железо-цементит», объясните, какая из этих втулок имеет более высокую твёрдость и лучшие эксплуатационные свойства.
- 115 Используя диаграмму состояния «железо-цементит» и кривую изменения твёрдости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для стали 50 температуру закалки и температуру отпуска для получения твёрдости НВ 450. Опишите превращения, происходящие в стали при закалке и отпуске, и конечную структуру.
- 116 С помощью диаграммы состояния системы «железо-цементит» определите температуру нормализации, отжига и закалки для стали У12 и опишите структуру и

свойства стали после каждого вида термической обработки.

117 Используя диаграмму состояния «железо-цементит», укажите температуру закалки стали У13, опишите происходящие в процессе закалки превращения и получаемую структуру. Какой дополнительной обработке необходимо подвергать эту сталь для устранения остаточного аустенита?

118 С помощью диаграммы состояния «железо-цементит» определите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 45 и опишите микроструктуру и свойства стали после каждого вида термической обработки.

119 В чём заключается низкотемпературная термомеханическая обработка конструкционной стали. Объясните с позиций теории дислокаций, почему этот процесс приводит к получению высокой прочности стали. Какими преимуществами и недостатками обладает низкотемпературная термомеханическая обработка по сравнению с высокотемпературной термомеханической обработкой?

120 Физическая сущность процесса поверхностной закалки при нагреве токами высокой частоты. Укажите достоинства и недостатки этого метода.

121 Требуется произвести поверхностное упрочнение изделий из стали 20. Назначьте вид обработки, опишите технологию, происходящие в стали превращения, структуру и свойства.

122 В чём состоит отличие процесса цементации в твёрдом карбюризаторе от газовой? Как можно исправить крупнозернистую структуру перегрева цементованных изделий?

123 Для каких деталей применяется процесс азотирования? Какие марки сталей и почему используются для этого процесса? Опишите конечные структуру и свойства.

124 Требуется произвести поверхностное упрочнение изделий из стали 12ХН3А. Назначьте вид обработки, опишите его технологию, происходящие в стали превращения, окончательную структуру и свойства.

125 Сущность процесса жидкостного высокотемпературного цианирования и применяемой после цианирования термической обработки. Опишите конечные структуру и свойства.

126 Какую обработку называют химико-термической? Общие закономерности ХТО и её виды.

127 Сущность процесса нитроцементации и применяемой после неё термической обработки. Получаемая структура и её свойства.

128 Что такое цианирование и нитроцементация? Чем отличаются эти виды обработки?

129 Изделие изготовлено из стали 45Х. Его поверхностная твёрдость должна быть HRC 60–62. Какой обработкой можно упрочнить его? Сущность и технология процесса упрочнения.

130 Какому виду химико-термической обработки следует подвергнуть чехлы термодар для повышения жаростойкости? Сущность и технология процесса.

131 Какому виду химико-термической обработки надо подвергнуть детали, работающие на износ в агрессивных средах. Сущность и технология процесса.

132 Лазерная термическая обработка. Сущность процесса, получаемые свойства и структура.

133 Сущность и применение закалки с газопламенным нагревом. Свойства и получаемая структура.

134 Цементация в твёрдом карбюризаторе. Сущность и технология процесса. Получаемая структура и ее свойства.

135 Цементация в газовом карбюризаторе. Сущность и технология процесса. Получаемая структура и ее свойства.

136–169 решить задачи.

Для детали задана определенная марка стали. Укажите состав и определите, к какой группе по назначению относится данная сталь. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах обработки данной стали. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической или химико-термической обработки. Данные по маркам сталей в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные по маркам сталей для решения задач с №136 по №169

| №№ задач | Наименование детали | Марка стали | Твёрдость после термо-обработки |
|----------|---------------------------------|-------------|---|
| 136 | Копир | 38ХМФА | HV 7500 – 10000 МПа |
| 137 | Матрица для холодной штамповки | X12Ф1 | HRC 60 – 62 |
| 138 | Пружина | 60С2ХФА | HB 360 – 400 |
| 139 | Копир | 38ХВФЮА | HV 7500 – 10000 МПа |
| 140 | Матрица для холодной штамповки | X6ВФ | HRC 62 – 63 |
| 141 | Карбюраторная игла | 40Х13 | HRC 56 – 60 |
| 142 | Фреза | 9ХС | HRC 62 – 65 |
| 143 | Штамп обрезной | X12М | HRC 60 – 62 |
| 144 | Штамп для горячей обработки | 5ХНМ | HRC 45 – 58 |
| 145 | Фреза | P6M5 | HRC 62 – 63 |
| 146 | Шары дробильных мельниц | 110Г13Л | HB 180 – 200 |
| 147 | Коленчатый вал | 40ХНМА | HRC 56 – 58 (поверхн.) HB 210 – 250(сердцев.) |
| 148 | Червяк руля | 12ХН3 | HRC 58 – 63 (поверхн.) HB 300 – 340 (сердцев.) |
| 149 | Болт шатуна | 38ХН3ВА | HB 350 – 420 |
| 150 | Рессора | 50ХГФА | HRC 42 – 48 |
| 151 | Ролик подшипника | 12Х2Н4А | HRC 56 – 62(поверхн.) HB 300 – 380 (сердцев.) |
| 152 | Полуось | 30ХГР | HB 350 – 410 |
| 153 | Игла форсунки топливного насоса | 38ХМЮА | HRC 60 – 65(поверхн.) HB 240 – 280 (сердцев.) |
| 154 | Зубчатое колесо коробки передач | 30ХГТ | HRC 56 – 63 (поверхн.) HB 360 – 410 (сердцев.) |
| 155 | Вал турбокомпрессора | 35ХМ | HB 230 – 260 |

Продолжение таблицы 3

| №№ задач | Наименование детали | Марка стали | Твёрдость после термообработки |
|----------|--------------------------------|-------------|---|
| 156 | Поршневой палец | 20Х2Н4А | HRC 58 – 62 (поверхн.) HB 290 – 350 (сердцев.) |
| 157 | Шестерня полуоси | 20ХГР | HRC 56 – 62 (поверхн.) HB 260 – 320 (сердцев.) |
| 158 | Пружина | 60С2ХФА | HB 420 – 470 |
| 159 | Толкатель | 25ХГСА | HB 240 – 280 |
| 160 | Распределительный вал | 20ХГНР | HRC 56 – 62 (поверхн.) HB 360 – 420 (сердцев.) |
| 161 | Вал | 30ХН3А | HB 280 – 330 |
| 162 | Клапан двигателя | 40Х10С2М | HB 180 – 250 |
| 163 | Кольцо подшипника | ШХ15СГ | HRC 61 – 62 |
| 164 | Плунжер топливного насоса | 15ХФ | HRC 56 – 62 (поверхн.) HB 210 – 250 (сердцев.) |
| 165 | Крестовина кардана | 20ХГНТР | HRC 56 – 62 (поверхн.) HB 250 – 290 (сердцев.) |
| 166 | Подшипник для агрессивных сред | 110Х18М | HRC 58 – 62 |
| 167 | Шатун двигателя | 20ХН4ФА | HB 260 – 280 |
| 168 | Плашка резьбовая | 9ХВГ | HRC 58 – 62 |
| 169 | Звёздочка цепной передачи | 20Х | HRC 54 – 62 (поверхн.) HB 150 – 170 (сердцев.) |

170 Для изготовления матриц штампов горячего прессования используется сплав Х11Н10М2Т. Расшифруйте состав, укажите к какому классу относится сплав. Опишите режим упрочнения и объясните природу упрочнения.

171 Для изготовления высоконагруженной ответственной детали используется сплав 25Н24М4Г. Расшифруйте состав, укажите к какому классу относится сплав. Опишите режим упрочнения и объясните природу упрочнения.

172 Коррозионностойкий подшипник изготовлен из стали 95Х18. Расшифруйте состав, укажите к какому классу относится сталь. Опишите режим упрочнения и объясните природу упрочнения.

173 Для детали, работающей в коррозионной среде при повышенных нагрузках используется сталь 09Х15Н8Ю. Расшифруйте состав, укажите к какому классу относится сталь. Опишите режим упрочнения и объясните природу упрочнения.

174 Для деталей паросиловых установок используется сталь 5Х11МФ. Расшифруйте состав, укажите к какому классу относится сталь. Опишите режим упрочнения и объясните природу упрочнения.

175 Для изготовления клапанов двигателей используется сталь 5Х14Н14В2М. Расшифруйте состав, укажите к какому классу относится сталь. Опишите режим упрочнения и объясните природу упрочнения.

- 176 Для изготовления деталей путем глубокой вытяжки применяется латунь Л70. Укажите состав и опишите структуру сплава. Назначьте режим промежуточной термической обработки, применяемой между отдельными операциями вытяжки, обоснуйте выбранный режим и приведите общую характеристику механических свойств сплава.
- 177 Назначьте марку латуни, коррозионно-устойчивой в морской воде. Расшифруйте её состав и опишите структуру, используя диаграмму состояния медь-цинк. Укажите способ упрочнения латуни и основные свойства.
- 178 Для изготовления деталей выбран сплав Д1. Расшифруйте состав, опишите способ упрочнения сплава и объясните природу упрочнения. Укажите характеристики механических свойств сплава.
- 179 Для изготовления некоторых деталей двигателей внутреннего сгорания выбран сплав АК4. Расшифруйте состав, укажите способ изготовления деталей из данного сплава и приведите характеристики механических свойств сплава при повышенных температурах.
- 180 Для изготовления деталей двигателей внутреннего сгорания выбран сплав АКБ. Расшифруйте состав, укажите способ изготовления деталей из данного сплава и приведите характеристики механических свойств сплава при повышенных температурах.
- 181 Для поршней двигателя внутреннего сгорания, работающих при температурах 200–250 °С используется сплав АЛ1. Расшифруйте состав и укажите способ изготовления деталей из данного сплава. Опишите режим упрочняющей термической обработки и кратко объясните природу упрочнения.
- 182 Для изготовления корпусов компрессоров используется сплав АЛ4. Расшифруйте состав и укажите способ изготовления корпусов. Опишите режим упрочнения и кратко объясните природу упрочнения.
- 183 Для изготовления головок блоков цилиндров, работающих при температурах 250–270 °С, используется сплав АЛ5. Расшифруйте состав и укажите способ изготовления деталей из этого сплава. Опишите режим упрочнения и объясните природу упрочнения.
- 184 Для изготовления токопроводящих упругих элементов выбрана бронза БрБНТ-1,7. Приведите химический состав сплава, режим термической обработки и получаемые механические свойства материала. Опишите процессы происходящие при термической обработке и объясните природу упрочнения в связи с диаграммой состояния медь-бериллий.
- 185 В качестве материала для вкладышей ответственных подшипников скольжения выбран сплав Б83. Укажите состав и определите, к какой группе относится данный сплав по назначению. Зарисуйте и опишите микроструктуру сплава. Приведите остальные требования, предъявляемые к баббитам.
- 186 В качестве материала для ответственных подшипников скольжения выбран сплав БрС30. Укажите состав и определите, к какой группе относится данный сплав по назначению. Опишите основные свойства и требования, предъявляемые к сплавам этой группы.

- 187 Фенолоформальдегидные слоистые пластики (полиэтилен и винипласт). Их свойства и область применения в машиностроении.
- 188 Текстолиты. Влияние хлопчатобумажной, стеклянной и асбестовой тканей на свойства пластмасс. Укажите область применения текстолита в машиностроении.
- 189 Стеклопластики. Укажите характеристики наполнителя по природе и форме. Требования к связующему. Преимущества и недостатки стеклопластиков.
- 190 Терморезистивные пластмассы, их особенности и область применения.
- 191 Термопластичные пластмассы, их особенность и область применения. Приведите примеры важнейших термопластов.
- 192 Термо- и реактопласты. В чём их различие по структуре и свойствам?
- 193 Приведите характеристики механических и технологических свойств стекловолоконитов и стеклотекстолитов. Укажите область применения их в машиностроении.
- 194 Пенопласты, их разновидности и свойства. Укажите области применения пенопластов в машиностроении.
- 195 Классификация защитных полимерных покрытий по назначению. Основные требования, предъявляемые к ним, и области их применения в машиностроении.
- 196 Состав, классификация, физико-механические свойства и область применения резины в машиностроении.
- 197 Неорганические материалы, применяемые в машиностроении (стекло, кварц, пеностекло и стеклоэмали).
- 198 Способы переработки пластмасс в изделия в зависимости от вида наполнителя и природы связующего.
- 199 Антифрикционные полимерные покрытия, их свойства, способ нанесения и условия применения.
- 200 Сущность изготовления отливок в песчано-глинистые формы. Модельно-опочная оснастка и инструмент, применяемый для ручного изготовления форм. Технологические требования к конструкции литых деталей.
- 201 Дефекты в отливках. Влияние температуры заливки на качество отливок. Причины образования усадочных раковин, пор, горячих и холодных трещин, газовых раковин.
- 202 Литейные сплавы на основе алюминия, их состав и маркировка. Особенности изготовления литейных форм для отливок из алюминиевых сплавов. Приведите примеры применения литых деталей из сплавов на основе алюминия в тракторостроении и других отраслях машиностроения.
- 203 Литейные сплавы на основе меди, их состав, структура и маркировка. Особенности изготовления литейных форм для отливок из сплавов на основе меди. Приведите примеры применения литых деталей из медных сплавов в автотракторостроении и сельскохозяйственном машиностроении.

- 204 Для получения отливок из серого чугуна марки СЧ20 требуется изготовить литейную форму. Требуется подобрать литую деталь (из числа автотракторных деталей), сделать её эскиз с указанием размеров. Перечислить последовательно все операции технологического процесса формовки. Изобразить собранную форму в разрезе с указанием стержня, литниковой системы, выпоров.
- 205 Для получения отливок из алюминиевого сплава АЛ9 требуется изготовить литейную форму. Требуется подобрать литую деталь (из числа деталей автотракторных двигателей), сделать её эскиз с указанием размеров. Перечислить последовательно все операции технологического процесса формовки. Изобразить собранную форму в разрезе с указанием стержня, литниковой системы, выпоров.
- 206 Выбрать оборудование и описать технологию плавки алюминиевого сплава марки АЛ2 (силумина), заливки в форму при литье под давлением и термической обработки отливок.
- 207 Изложить виды машинной формовки, указать преимущества изготовления литейных форм на формовочных машинах.
- 208 Изложить способ литья деталей в металлические формы (кокильное литье). Сделать эскиз кокиля с вертикальной плоскостью разъема. Укажите преимущества и недостатки этого метода литья. Приведите пример применения литья в металлические формы для изготовления деталей тракторов, автомобилей, сельскохозяйственных машин.
- 209 Изготовление отливок литьем под давлением. Привести схему одной из машин для литья под давлением, сделать к ней необходимые пояснения и указать область применения этого способа изготовления отливок.
- 210 Привести схемы машин для центробежного литья с вертикальной и горизонтальной осями вращения. Описать принцип работы машин для центробежного литья и область его применения.
- 211 Изложить технологический процесс литья деталей по выплавляемым моделям. Описать технико-экономические преимущества и недостатки этого метода и указать область его применения.
- 212 Изложить технологический процесс изготовления фасонных отливок в оболочковых формах. Указать технико-экономические преимущества литья в оболочковые формы и привести примеры его применения.
- 213 Изобразить схему литниковой системы для стальной отливки и дать необходимые пояснения к ней. Привести примеры стального литья для деталей автотракторного и сельскохозяйственного машиностроения.
- 214 Основные виды брака чугунного и стального литья, причины образования брака и меры его предотвращения.
- 215 Для получения отливки детали (втулка) из серого чугуна СЧ18 требуется изготовить литейную форму. Привести эскизы и дать описание модели и стержневого ящика. Перечислить последовательно все операции технологического процесса формовки. Изобразить собранную форму в разрезе, указав стержень, литниковую систему и выпоры.

- 216 Описать технологию изготовления отливок из алюминиевых литейных сплавов литьем в кокиль: а) сущность процесса и области применения; б) последовательность подготовки кокиля к заливке и изготовления отливок литьем в кокиль, а также применяемые оснастка и оборудование; примерный состав теплоизоляционных покрытий, особенности плавки силуминов и подготовки расплава к заливке.
- 217 Технология изготовления отливок из серого чугуна в сырую песчаную форму вручную: а) сущность процесса и области применения; б) примерный состав и свойства формовочных и стержневых смесей и процессы их приготовления; назначение модельного комплекта и опочной оснастки; последовательность изготовления литейной формы, заливки её металлом, выбивки отливки, обрубка и очистка её; в) эскизы литейной формы, модели и стержневого ящика.
- 218 Технология изготовления водопроводных труб из серого чугуна центробежным литьем: а) сущность процесса и области применения; б) устройство центробежной машины с горизонтальной осью вращения, последовательность изготовления отливок; в) эскизы заливки металлом центробежной машины с горизонтальной осью вращения.
- 219 Технология изготовления отливок в оболочковые формы. Описать последовательность изготовления отливок этим способом, указать его достоинства.
- 220 Литейные свойства сплавов. Какие виды дефектов в отливках могут возникнуть по причине усадки металла в жидком и в твердом состоянии.
- 221 Свойства формовочных и стержневых смесей. Какие виды дефектов могут возникнуть по причине плохой податливости формовочных смесей и литейных форм.
- 222 Технология изготовления отливок методом литья по выплавляемым моделям. Приведите примеры деталей автотракторного машиностроения, полученных этим способом.
- 223 Выбрать литую деталь (из числа автотракторных деталей), привести её эскиз с необходимыми размерами и по чертежу детали разработать чертеж модели с указанием знаков, припусков на механическую обработку, литейных уклонов и галтелей.
- 224 Опишите характер явлений, происходящих в металле при его нагреве. Как влияет температура нагрева на перегрев, угар и обезуглероживание стали.
- 225 Основные механизмы пластического деформирования и факторы, влияющие на пластичность и сопротивление пластическому деформированию при обработке давлением.
- 226 Какие явления происходят в металлах при холодной и горячей деформации? Как влияет температура нагрева на свойства металла?
- 227 Укажите температуру начала и конца горячей обработки давлением для углеродистых сталей, содержащих 0,4 и 1,2 % углерода. Дайте обоснование выбранному температурному интервалу.
- 228 Изложите кратко устройство прокатного стана. Приведите классификацию прокатных станов по устройству, назначению и взаимному расположению рабочих клетей.

- 229 В чём сущность калибровки валков при прокатке сортового металла. Какие типы калибров применяются при прокатке квадратного и круглого профилей.
- 230 Схема действия сил в очаге деформации при прокатке. Каковы условия захвата заготовки валками? Подсчитайте угол захвата при прокатке в гладких валках диаметром 800 мм. Исходная высота заготовки 170 мм, высота после прокатки 140 мм.
- 231 Технологический процесс штамповки на горизонтально-ковочной машине. Схема машины и примеры изделий, штампуемых на этой машине.
- 232 Многоручьева штамповка. Схема многоручьевого штампа и технология получения поковок в таких штампах. Преимущества объёмной штамповки перед свободной ковкой.
- 233 Преимущества и недостатки штамповки в открытых и закрытых штампах. Приведите эскизы этих штампов и дайте соответствующие пояснения к ним.
- 234 Сущность процесса холодной высадки. Устройство штампов холодновысадочных автоматов, производительность этих автоматов. Примеры изготовления деталей холодной высадкой.
- 235 Технологический процесс прессования труб из медных сплавов. Применяемое оборудование и инструмент. Смазки, применяемые при прессовании медных сплавов. Техничко-экономические показатели процесса.
- 236 Технология волочения труб из медных сплавов. Применяемое оборудование и инструмент. Вид смазки при волочении медных сплавов.
- 237 Характер изменения структуры и механических свойств металла при горячей обработке давлением. Укажите наиболее рациональное направление волокон на эскизе продольного сечения кованого (штампованного) коленчатого вала трактора или автомобиля.
- 238 Сущность индукционного нагрева и контактного электронагрева кузнечных заготовок. Техничко-экономические преимущества этих способов перед нагревом в пламенных печах.
- 239 Технологический процесс производства бесшовных труб. Исходный материал, применяемое оборудование и схема процесса.
- 240 Периодический прокат и способы его получения. Техничко-экономическое преимущество применения периодического проката в качестве заготовок для объёмной штамповки.
- 241 Сортамент прокатных изделий. Профили сортового проката. Примеры применения сортового проката для изготовления деталей. Экономическая эффективность применения прокатных изделий.
- 242 Сущность процесса волочения. Эскиз оборудования для волочения тонкой проволоки, его работа.
- 243 Подготовка металла к волочению. Факторы, влияющие на выбор режима волочения.
- 244 Сущность процесса прессования. Прямой и обратный методы прессования, их преимущества и недостатки. Схема прессования и область его применения.
- 245 Требования к конфигурации поковок, изготавливаемых ковкой или штамповкой. Приведите эскизы.

- 246 Листовая штамповка, её основные операции. Оборудование и инструмент для листовой штамповки.
- 247 Сущность процессов горячей объемной штамповки (ГОШ). Разновидности и оборудование для ГОШ.
- 248 Физическая сущность сварки давлением и сварки плавлением.
- 249 Строение зоны термического влияния при сварке сталей и факторы, влияющие на свойства сварного соединения.
- 250 Металлургические процессы, протекающие при сварке плавлением.
- 251 Строение сварочного шва и структурные превращения в стали в зоне термического влияния.
- 252 Виды сварочной дуги, её строение, характеристика и особенности применения.
- 253 Сущность и особенности ручной дуговой сварки и её применение.
- 254 Электрические схемы дуговой сварки на постоянном и переменном токе. Как происходит регулировка силы тока?
- 255 Сущность и особенности полуавтоматической и автоматической сварки под флюсом. Область применения.
- 256 Процесс электрошлаковой сварки. Области её применения.
- 257 Полуавтоматическая сварка в защитных газах. Схема, область применения.
- 258 Сущность процессов, происходящих при сварке материалов, с применением электронно-лучевого и световых источников нагрева.
- 259 Сущность процесса сварки электронным лучом в вакууме. Области её применения.
- 260 Сущность плазменной сварки. Области её применения.
- 261 Схемы трех видов контактной сварки, их сущность.
- 262 Сущность процесса и оборудование для сварки трением.
- 263 Сварка с применением ультразвука.
- 264 Сущность конденсаторной сварки.
- 265 Сущность диффузионной сварки в вакууме.
- 266 Что такое свариваемость материалов и факторы влияющие на свариваемость.
- 267 Основные показатели свариваемости металлов. Причины возникновения и механизмы образования дефектов сварного соединения.
- 268 Как определяют свариваемость стали?
- 269 Особенности и различия технологических процессов сварки углеродистых и низколегированных сталей.
- 270 Холодная сварка чугуна. Схема, область применения.
- 271 Горячая сварка чугуна. Особенности, схема, область применения.
- 272 Основные дефекты сварных швов, причины их происхождения и способы их контроля.
- 273 Особенности сварки разнородных металлов друг с другом, а также металлов с неметаллами.
- 274 Особенность сварки высоколегированных сталей.
- 275 Особенность сварки алюминия и алюминиевых сплавов.

- 276 Особенность сварки магния и его сплавов.
- 277 Особенность сварки титана и его сплавов.
- 278 Особенность сварки меди и медных сплавов.
- 279 Опишите основные причины возникновения напряжений и деформаций при сварке.
- 280 Процессы газовой и плазменной резки металлов.
- 281 Сущность процессов газовой и плазменной резки металлов и их особенности.
- 282 Физическая сущность, виды и области применения наплавки металлов и сплавов.
- 283 Сущность процессов наплавки и напыления металлов и сплавов и их особенности.
- 284 Ручная дуговая наплавка плавящимся и неплавящимся электродами, область применения.
- 285 Основные стадии процесса пайки. Отличие пайки от сварки.
- 286 Методы пайки мягкими и твёрдыми припоями.
- 287 Классификация способов пайки по основным признакам; технологический процесс пайки конструкционных сталей.
- 288 Основные стадии процесса пайки; технологический процесс пайки титановых и алюминиевых сплавов.
- 289 Характерные отличия процесса пайки от сварки; технологический процесс пайки медных и алюминиевых сплавов.
- 290 Особенности сварки пластмасс. Схема процесса, применяемое оборудование.
- 291 Сущность способов пайки газовым пламенем, в печах, ваннах, индукционный.
- 292 Методы контроля герметичности сварных соединений.
- 293–356 решить задачи.

Для решения задач:

- 1 Расшифруйте марки заданных материалов.
- 2 Оцените свариваемость материала.
- 3 Опишите процессы, происходящие в зоне шва и околошовной зоне.
- 4 Опишите особенности технологии и техники сварки данного материала.
- 5 Выберите и обоснуйте метод сварки.
- 6 Произведите расчёт режимов, подготовку кромок шва, выберите оборудование для сварки с указанием основных характеристик.
- 7 Выберите и опишите методы контроля сварного соединения. Перечень вариантов в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные для решения задач с № 293 по №356

| №№ задач | Способ сварки | Марка стали | Вид соединения и положение шва в пространстве | Толщина свариваемой детали, мм |
|----------|---------------|-------------|---|--------------------------------|
| 293 | Дуговая | 30 | Встык, нижний | 24 |
| 294 | -II- | 12X18H10T | Внахлестку, вертикальный | 12 |
| 295 | -II- | ВСт3пс | Тавровое, горизонтальный | 10 |
| 296 | -II- | ВСт3кп | Угловое, нижний | 22 |
| 297 | -II- | 09Г2 | Встык, потолочный | 18 |
| 298 | -II- | 14Г2 | Встык, нижний | 4 |
| 299 | -II- | 12ГС | Встык, вертикальный | 8 |
| 300 | -II- | 20 | Встык, горизонтальный | 14 |
| 301 | -II- | 15ГФ | Встык, потолочный | 12 |
| 302 | -II- | 17ГС | Тавровое, нижний | 4 |
| 303 | -II- | ВСт3пс | Встык, вертикальный | 16 |
| 304 | -II- | 15ГФ | Угловое, горизонтальный | 15 |
| 305 | -II- | 18ХГТ | Внахлестку, потолочный | 11 |
| 306 | -II- | 10Г2 | Тавровое, нижний | 17 |
| 307 | -II- | 15Х | Внахлестку, вертикальный | 20 |
| 308 | -II- | 25Г | Встык, горизонтальный | 22 |
| 309 | -II- | 20 | Внахлестку, нижний | 3 |
| 310 | -II- | 08пс | Встык, потолочный | 12 |
| 311 | -II- | ВСт5пс | Внахлестку, вертикальный | 5 |
| 312 | -II- | 40 | Встык, горизонтальный | 8 |
| 313 | -II- | 10Г2С1 | Встык, нижний | 12 |
| 314 | -II- | 15ХСНД | Внахлестку, горизонтальный | 8 |
| 315 | -II- | 14ХГС | Тавровое, вертикальный | 4 |
| 316 | -II- | 18Г2АФ | Угловое, нижний | 10 |
| 317 | -II- | 14Г2АФ | Внахлестку, потолочный | 20 |
| 318 | -II- | 10Х23Н18 | Угловое, горизонтальный | 6 |
| 319 | -II- | 30ХГТ | Тавровое, нижний | 8 |
| 320 | -II- | 12ХН3А | Встык, вертикальный | 14 |
| 321 | -II- | 40ХФА | Тавровое, нижний | 20 |
| 322 | -II- | 12Х13 | Угловое, вертикальный | 10 |
| 323 | -II- | 14Х17Н2 | Внахлестку, горизонтальный | 6 |
| 324 | -II- | 08Х17Т | Встык, потолочный | 4 |
| 325 | -II- | 15Х11МФ | Встык, нижний | 12 |
| 326 | Газовая | 17ГС | Встык, круговой | 5 |
| 327 | -II- | 30 | Угловое, нижний | 9 |
| 328 | -II- | 15ХА | Встык, нижний | 4 |
| 329 | -II- | 10Г2 | Встык, потолочный | 7 |
| 330 | -II- | ВСт3 | Угловое, вертикальный | 6 |
| 331 | -II- | ВСт6пс | Стыковое, горизонтальный | 10 |
| 332 | -II- | 12ГС | Тавровое, вертикальный | 3 |

Продолжение таблицы 4

| №№ задач | Способ сварки | Марка стали | Вид соединения и положение шва в пространстве | Толщина свариваемой детали, мм |
|----------|---------------|-------------|---|--------------------------------|
| 333 | -II- | ВСт5сп | Тавровое, горизонтальный | 5 |
| 334 | -II- | Ст4кп | Угловое, горизонтальный | 9 |
| 335 | -II- | 12Х1МФ | Стыковое, потолочный | 12 |
| 336 | -II- | 15ХМ | Стыковое, нижний | 7 |
| 337 | -II- | 10кп | Тавровое, вертикальный | 13 |
| 338 | -II- | ВСт2сп | Стыковое, вертикальный | 11 |
| 339 | -II- | ВСт1кп | Внахлестку, потолочный | 1 |
| 340 | -II- | 20Х | Внахлестку, нижний | 2 |
| 341 | -II- | 09Г2С | Внахлестку, горизонтальный | 10 |
| 342 | -II- | 10кп | Тавровое, горизонтальный | 5 |
| 343 | -II- | 20 | Угловое, вертикальный | 8 |
| 344 | -II- | 10Г | Стыковое, потолочный | 10 |
| 345 | -II- | 25Г | Внахлестку, нижний | 4 |
| 346 | -II- | 10ХСНД | Встык, нижний | 10 |
| 347 | -II- | 20ХМ | Внахлестку, горизонтальный | 8 |
| 348 | -II- | Алюминиевый | Тавровое, вертикальный | 6 |
| 349 | -II- | Алюминиевый | Угловое, потолочный | 4 |
| 350 | -II- | Серый чугун | Внахлестку, нижний | 6 |
| 351 | -II- | Серый чугун | Угловое, вертикальный | 10 |
| 352 | -II- | 16ГС | Тавровое, горизонтальный | 12 |
| 353 | -II- | 25ХГСА | Встык, потолочный | 20 |
| 354 | -II- | 20ХН3А | Тавровое, нижний | 14 |
| 355 | -II- | 15Х | Угловое, вертикальный | 10 |
| 356 | -II- | 12Х2Н4А | Внахлестку, горизонтальный | 8 |

Таблица 5 – Варианты заданий для контрольной работы

| № варианта (шифр) | Вопросы | | | | Задачи | |
|----------------------|---------|-----|-----|-----|--------|-----|
| | | | | | | |
| 01 | 1 | 170 | 200 | 248 | 46 | 293 |
| 02 | 2 | 171 | 201 | 249 | 47 | 294 |
| 03 | 3 | 172 | 202 | 250 | 48 | 295 |
| 04 | 4 | 173 | 203 | 251 | 49 | 296 |
| 05 | 5 | 174 | 204 | 252 | 50 | 297 |
| 06 | 6 | 175 | 205 | 253 | 51 | 298 |
| 07 | 7 | 176 | 206 | 254 | 52 | 299 |
| 08 | 8 | 177 | 207 | 255 | 53 | 300 |
| 09 | 9 | 178 | 208 | 256 | 54 | 301 |
| 10 | 10 | 179 | 209 | 257 | 55 | 302 |
| 11 | 11 | 180 | 210 | 258 | 56 | 303 |
| 12 | 12 | 181 | 211 | 259 | 57 | 304 |
| 13 | 13 | 182 | 212 | 260 | 58 | 305 |
| 14 | 14 | 183 | 213 | 261 | 59 | 306 |
| 15 | 15 | 184 | 214 | 262 | 60 | 307 |
| 16 | 16 | 185 | 215 | 263 | 61 | 308 |
| 17 | 17 | 186 | 216 | 264 | 62 | 309 |
| 18 | 18 | 187 | 217 | 265 | 63 | 310 |
| 19 | 19 | 189 | 218 | 267 | 64 | 311 |
| 20 | 20 | 190 | 219 | 268 | 65 | 312 |
| 21 | 21 | 191 | 220 | 269 | 66 | 313 |
| 22 | 22 | 192 | 221 | 270 | 67 | 314 |
| 23 | 23 | 193 | 222 | 271 | 68 | 315 |
| 24 | 24 | 194 | 223 | 272 | 69 | 316 |
| 25 | 25 | 195 | 204 | 273 | 70 | 317 |
| 26 | 26 | 196 | 205 | 274 | 71 | 318 |
| 27 | 27 | 197 | 206 | 275 | 72 | 319 |
| 28 | 28 | 198 | 207 | 276 | 73 | 320 |
| 29 | 29 | 199 | 219 | 277 | 74 | 321 |
| 30 | 30 | 170 | 220 | 278 | 75 | 322 |
| 31 | 31 | 171 | 221 | 279 | 76 | 323 |
| 32 | 32 | 172 | 222 | 280 | 77 | 324 |
| 33 | 33 | 173 | 223 | 281 | 78 | 325 |
| 34 | 34 | 174 | 224 | 282 | 79 | 326 |
| 35 | 35 | 175 | 225 | 283 | 80 | 327 |
| 36 | 36 | 176 | 226 | 284 | 81 | 328 |
| 37 | 37 | 177 | 227 | 285 | 82 | 329 |
| 38 | 38 | 178 | 228 | 286 | 83 | 340 |
| 39 | 39 | 179 | 229 | 287 | 84 | 341 |
| 40 | 40 | 180 | 230 | 288 | 150 | 342 |
| 41 | 41 | 181 | 231 | 289 | 151 | 343 |
| 42 | 42 | 182 | 232 | 290 | 152 | 344 |
| 43 | 43 | 183 | 233 | 291 | 153 | 345 |
| 44 | 44 | 184 | 234 | 292 | 154 | 346 |
| 45 | 45 | 185 | 235 | 248 | 155 | 347 |
| 46 | 85 | 186 | 236 | 249 | 156 | 348 |
| 47 | 86 | 187 | 237 | 250 | 157 | 349 |
| 48 | 87 | 189 | 238 | 251 | 158 | 350 |
| 49 | 88 | 190 | 239 | 252 | 159 | 351 |
| 50 | 89 | 191 | 240 | 253 | 160 | 352 |
| 51 | 90 | 192 | 241 | 254 | 161 | 353 |
| 52 | 91 | 193 | 242 | 255 | 162 | 354 |

Продолжение таблицы 5

| № варианта (шифр) | Вопросы | | | | Задача | |
|----------------------|---------|-----|-----|-----|--------|-----|
| | | | | | | |
| 53 | 92 | 194 | 243 | 256 | 163 | 355 |
| 54 | 93 | 195 | 244 | 257 | 164 | 356 |
| 55 | 94 | 196 | 245 | 258 | 165 | 293 |
| 56 | 95 | 197 | 246 | 259 | 166 | 294 |
| 57 | 96 | 198 | 247 | 260 | 167 | 295 |
| 58 | 97 | 199 | 200 | 261 | 168 | 296 |
| 59 | 98 | 170 | 201 | 262 | 169 | 297 |
| 60 | 99 | 171 | 202 | 263 | 136 | 298 |
| 61 | 100 | 172 | 203 | 264 | 137 | 299 |
| 62 | 101 | 173 | 204 | 265 | 138 | 300 |
| 63 | 102 | 174 | 205 | 267 | 139 | 301 |
| 64 | 103 | 175 | 206 | 268 | 140 | 302 |
| 65 | 104 | 176 | 207 | 269 | 141 | 303 |
| 66 | 105 | 177 | 208 | 270 | 142 | 304 |
| 67 | 106 | 178 | 209 | 271 | 143 | 305 |
| 68 | 107 | 179 | 210 | 272 | 144 | 306 |
| 69 | 18 | 180 | 211 | 273 | 145 | 307 |
| 70 | 109 | 181 | 212 | 274 | 146 | 308 |
| 71 | 110 | 182 | 213 | 275 | 147 | 309 |
| 72 | 111 | 183 | 214 | 276 | 148 | 310 |
| 73 | 112 | 184 | 215 | 277 | 149 | 311 |
| 74 | 113 | 185 | 216 | 278 | 150 | 312 |
| 75 | 114 | 186 | 217 | 279 | 151 | 313 |
| 76 | 115 | 187 | 218 | 280 | 152 | 314 |
| 77 | 116 | 189 | 219 | 281 | 153 | 315 |
| 78 | 117 | 190 | 220 | 282 | 154 | 316 |
| 79 | 118 | 191 | 221 | 283 | 159 | 317 |
| 80 | 119 | 192 | 222 | 284 | 160 | 318 |
| 81 | 120 | 193 | 223 | 285 | 161 | 319 |
| 82 | 121 | 194 | 204 | 286 | 162 | 320 |
| 83 | 122 | 195 | 205 | 287 | 163 | 321 |
| 84 | 123 | 196 | 206 | 288 | 164 | 322 |
| 85 | 124 | 197 | 207 | 289 | 165 | 323 |
| 86 | 125 | 198 | 219 | 290 | 166 | 324 |
| 87 | 126 | 199 | 220 | 291 | 167 | 325 |
| 88 | 127 | 170 | 221 | 292 | 168 | 326 |
| 89 | 128 | 171 | 222 | 248 | 169 | 327 |
| 90 | 129 | 172 | 223 | 249 | 136 | 328 |
| 91 | 130 | 173 | 224 | 250 | 137 | 329 |
| 92 | 131 | 174 | 225 | 251 | 138 | 340 |
| 93 | 132 | 175 | 226 | 252 | 139 | 341 |
| 94 | 133 | 176 | 227 | 253 | 140 | 342 |
| 95 | 134 | 177 | 228 | 254 | 141 | 343 |
| 96 | 135 | 178 | 229 | 255 | 142 | 344 |
| 97 | 31 | 179 | 230 | 256 | 143 | 345 |
| 98 | 32 | 180 | 231 | 257 | 144 | 346 |
| 99 | 33 | 181 | 232 | 258 | 145 | 347 |
| 00 | 30 | 182 | 240 | 259 | 146 | 348 |

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Материаловедение и технология конструкционных материалов. Материаловедение и горячая обработка металлов» изучается студентами 1 курса заочной формы обучения.

Формами организации учебного процесса по данной дисциплине, согласно структуре, являются лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

На *лекциях* излагается теоретический материал: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются характеристики групп материалов, строение и свойства металлов и сплавов, способы их получения, превращения при охлаждении, диаграмма состояния, способы обеспечения свойств материалов методами термической, химико-термической обработки.

Лабораторные занятия проводятся в металлографической, термической лабораториях с использованием металлографического и термического оборудования, приборов и оснастки.

Лабораторный практикум состоит:

- 1 Макро и микроструктурный анализ металлов.
- 2 Микроструктура чугунов и сталей в равновесном состоянии.
- 3 Определение твёрдости металлов и сплавов методами Бринелля и Роквелла.
- 4 Термическая обработка углеродистых сталей.
- 4 Анализ диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, выполнение домашнего задания (контрольной работы).

7 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Общие положения

В соответствии с учебным планом студенты выполняют одну контрольную работу.

Студент выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует двум последним цифрам шифра (номер зачётной книжки). Например, студент, имеющий шифр 12085, выполняет вариант 85. Варианты заданий приведены в данном пособии.

Содержание контрольной работы должно соответствовать варианту. Отклонения от порядка выбора задания не допускаются и контрольная работа, выполненная не в соответствии с вариантом или с отклонениями от него, не засчитывается.

Контрольная работа выполняется в соответствии со стандартом организации СТО ИрГСХА АИ-2007 печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков – не менее 1,8 (кегель не менее 12).

Текст следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое - не менее 10 мм, левое не менее 30 мм, верхнее и нижнее не менее 20 мм.

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.

Первый лист не нумеруется.

Титульный лист выполняется по форме, предусмотренной ГОСТ 2.105-95.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Рекомендуемая литература

- 1 Оськин В.А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. для вузов. /В. А. Оськин, В.В. Евсиков. – М. : КолосС, 2007. – Кн.1. – 447 с.
- 2 Материаловедение / Б. Н. Арзамасов [и др.]; под ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 646 с.
- 3 Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов / В. А. Оськин [и др.]; под ред. В. А. Оськина, В. Н. Байкаловой. – М. : КолосС, 2007. – 318 с.

8.2 Электронные ресурсы в сети Интернет

- 1 Сафронов В.Е. Технология конструкционных материалов и материаловедение: Электронный учебник МГТУ www.mt2.bmstu.ru/technjl.php
- 2 Коротких М.Т. Технология конструкционных материалов и материаловедение: Электронный учебник www.lokesnet.ru/.../840-materialovedenieknigi.html
- 3 Приходько В.М., Фатюхин Д.С. Библиотека учебно-методической литературы www.librery.tkm.front.ru
- 4 Егоров Ю.П., Хворова И.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов btn.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/12/u_sam.pdf
- 5 Информационная система «Единое окно доступа по образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>

В сети Интернет по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов. Материаловедение и горячая обработка металлов» можно найти:

- Марочник сталей;
- Атлас Попова (диаграммы изотермического превращения аустенита);
- методы прототипирования (литьё) и др.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| 1 Цели и задачи дисциплины | 3 |
| 2 Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы | 4 |
| 3 Содержание разделов дисциплины | 5 |
| 3.1 Материаловедение | 5 |
| 3.2 Технология конструкционных материалов (Горячая обработка металлов) | 9 |
| 4 Методические рекомендации по изучению дисциплины | 11 |
| 4.1 Материаловедение | 11 |
| 4.2 Технология конструкционных материалов. (Горячая обработка металлов). | 16 |
| 5 Вопросы для контрольной работы | 23 |
| 6 Методические рекомендации по организации изучения дисциплины . . . | 43 |
| 7 Методические указания по оформлению контрольной работы | 43 |
| 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины . . . | 44 |

Учебное издание

**Агафонов Сергей Викторович
Охотин Михаил Васильевич**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ГОРЯЧАЯ
ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ**

Учебно-методическое пособие

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР №070444 от 11.03.98 г.
Подписано в печать XX.XX.XX. Формат 60x84/16
Усл. печ. л. 2,9 Тираж 50

Издательство Иркутской государственной сельскохозяйственной академии
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный