

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра технологии
материалов и судоремонта

**Б1.О.08 ИНЖЕНЕРНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ МОДУЛЬ
Б1.О.08.03 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

*Методические указания и контрольные задания по направлению подготовки
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата),
профиль подготовки «Энергообеспечение предприятий»*

Мурманск
2020

Составители – Орешкина Валентина Макаровна, доцент кафедры технологии металла и судоремонта Мурманского государственного технического университета

– Баева Людмила Сандуовна, профессор кафедры технологии металла и судоремонта Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой

Рецензент – Петрова Н.Е., доцент кафедры технологии металла и судоремонта МГТУ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Тема 1 Введение. «Материаловедение и технология конструкционных материалов», связь состава и строение материалов с их свойствами.....	8
Тема 2 Пластическая деформация. Напряжение и деформация. Упругая и пластическая деформация.....	11
Тема 3 Диаграммы состояния двухкомпонентных сплавов. Связь между диаграммами состояния, структурой и свойствами сплавов.....	12
Тема 4 Теория и технология термической обработки стали.....	14
Тема 5 Понятие об углеродистых сталях. Влияние химического состава на механические свойства сплавов.....	15
Тема 6 Понятие о чугунах. Влияние примесей на структуру и свойства чугунов.....	17
Тема 7 Цветные металлы и сплавы.....	20
Тема 8 Неметаллические материалы. Общие сведения о неметаллических материалах.....	21
Тема 9 Способы получения заготовок. Литейное производство.....	23
Тема 10 Физико-механические основы обработки металлов давлением. Сущность обработки металлов давлением.....	26

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания и контрольные задания разработаны на основе ФГОС по направлению подготовки дипломированных специалистов.

Целью учебного пособия является более глубокое изучение дисциплины "Материаловедение" - получить знания о современных способах получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств, строении и свойствах материалов, влиянии условий эксплуатации на структуру и свойства современных металлических и неметаллических материалов, методах обработки поверхностей и выработать умения, позволяющие при конструировании обоснованно выбирать материалы, форму изделия и способ его изготовления с учетом требований технологичности.

Цели и задачи учебной дисциплины является подготовка специалистов в соответствии с квалификационной характеристикой и рабочими учебными планами направлений подготовки специалистов: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника

Цель дисциплины – «Материаловедение» является подготовка в соответствии с квалификационной характеристикой специалистов, вооружить выпускников знаниями природы и свойств материалов, способов их упрочнения. Влияния технических методов получения и обработки заготовок на качество деталей, а также умениями, позволяющими при конструировании обоснованно выбирать материалы, форму изделия и способ его изготовления с учетом требований технологичности.

Задача дисциплины – изучение физико-химических основ, физической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатации и влияющих на структуру и свойства материалов; умение установить зависимость между составом, строением и свойствами материалов; знание теории и практики различных способов упрочнения материалов; ознакомление с основными группами металлических и неметаллических материалов, их свойствами и областями применения.

Требования к уровню подготовки в рамках данной дисциплины.

Процесс изучения дисциплины «Материаловедение» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- 1) Современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств.
- 2) Строение и свойства материалов; сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий.
- 3) Методы формообразования и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности.

4) Влияние условий технологической обработки и эксплуатации на структуру и свойства современных металлических и неметаллических материалов.

уметь:

1) Анализировать условия работы деталей машин и механизмов, оценивать их работоспособность;

2) Обоснованно и правильно выбирать материал, назначать обработку в целях получения структуры и свойств, обеспечивающих высокую надежность изделий;

3) Анализировать структуру и свойства материалов.

владеть:

1) Методами теоретического и экспериментального исследования;

2) Методами использования технического контроля и испытания оборудования и материалов.

Дисциплина «Материаловедение» состоит из:

«Материаловедение» предусматривает изучение основ материаловедения и неметаллических материалов - строение, физические, механические и технологические свойства металлов и сплавов, а также неметаллических конструкционных материалов.

«Технология конструкционных материалов» посвящена изучению современных методов производства черных и цветных металлов, получения и обработки металлов и неметаллических материалов путем литья, обработки давлением, сварки, резания и другими способами формообразования. Для успешного изучения данной дисциплины необходимо знание таких предметов как высшая математика, химия, физика, инженерная графика, сопротивление материалов.

Изучение дисциплины "Материаловедение" заключается в самостоятельной проработке теоретического материала по рекомендуемой литературе и методическим разработкам кафедры, выполнении контрольных работ, а в период экзаменационной сессии - прослушивании установочных и обзорных лекций, выполнении лабораторных работ и индивидуальных занятий.

По учебному плану на изучение дисциплины отводятся часы на лекции, практические занятия, индивидуальные занятия.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам в следующей последовательности:

- ознакомиться с программой изучаемой темы и методическими указаниями к ней;

- изучить материал по рекомендуемым учебникам;

- ответить на вопросы для самопроверки;

- составить ответы на вопросы контрольной работы по данной теме.

Практические и индивидуальные занятия проводятся в период зачетно-экзаменационной сессии. По каждой работе и занятию составляется отчет по установленной форме. Практические работы и индивидуальные занятия

подлежат защите, которая проводится в форме собеседования с преподавателем или на компьютере.

Ответы на вопросы контрольной работы необходимо давать кратко, работу выполнять разборчивым почерком, Работы должны быть аккуратно оформлены. В конце каждой работы необходимо обязательно указать использованную литературу.

В случае возникновения вопросов или затруднений следует обращаться за консультацией на кафедру. В процессе обучения студенты должны сдать зачет по обеим частям дисциплины. К сдаче зачета допускаются только те студенты, которые защитили контрольную работу, практические и индивидуальные работы.

Примерный тематический план

Часть 1 Материаловедение
Тема 1. Введение. «Материаловедение и технология конструкционных материалов», связь состава и строение материалов с их свойствами.
Тема 2. Пластическая деформация. Напряжение и деформация. Упругая и пластическая деформация.
Тема 3. Диаграммы состояния двухкомпонентных сплавов. Связь между диаграммами состояния, структурой и свойствами сплавов.
Тема 4. Теория и технология термической обработки стали.
Тема 5. Понятие об углеродистых сталях. Влияние химического состава на механические свойства сплавов.
Тема 6. Понятие о чугунах. Влияние примесей на структуру и свойства чугунов.
Тема 7. Цветные металлы и сплавы.
Тема 8. Неметаллические материалы. Общие сведения о неметаллических материалах.
Тема 9. Способы получения заготовок. Литейное производство.
Тема 10. Физико-механические основы обработки металлов давлением. Сущность обработки металлов давлением.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Технология металлов и материаловедение : учебник для вузов и техникумов / под ред. Л.Ф.Усовой. – Произв. Изд. – М.: Металлургия, 1987. - 800с.
2. Лахтин, Ю.М. Материаловедение / Ю.М.Лахтин, В.П.Леонтьева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. -528с.
3. Солнцев, Ю.П. Материаловедение : учебник для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин. – 3-е изд. перераб. и доп. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2004. – 736с.
4. Технология конструкционных материалов : учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, Л.Н., Л.Н. Бухаркин [и др.] ; Под общ. / ред. А.М. Дальского. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2002. – 512с.

Дополнительная

5. Правила классификации и постройки морских судов. Т.2 / Рос. морской регистр судоходства. – СПб.: Рос. мор. регистр судоходства, 2005. – 800с.
6. Материаловедение и технология металлов : учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин [и др.] ; Под ред. Г.П. Фетисова. – М. : Высш. шк. , 2002. – 638с.
7. Гуляев, А.П. Металловедение : учебник для вузов / А.П. Гуляев. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1986. – 544с.
8. Металловедение и технология металлов : учебник для вузов / Под ред. Ю.П. Солнцева. – М. : Металлургия, 1988. – 512с.

Предмет и содержание дисциплины «Материаловедение», связь с другими дисциплинами. Методика изучения. Механические свойства и конструкционная прочность металлов и сплавов.

Роль материаловедения в современной науке. Условия работы теплоэнергетического оборудования и сооружений, определяющие необходимость использования широкого комплекса конструкционных материалов и методов повышения их работоспособности.

Методические указания

Усвоить назначение конструкционных материалов, способы их обработки, а также место в ускоренном развитии промышленного флота и оснащении его новейшей техникой.

Необходимость изучения свойств материалов, ознакомление с методами их получения, а также возможность замены одних материалов другими определяется рядом технических и экономических факторов:

Стремление к созданию прочных и легких конструкций.

Повышением скоростей движения деталей с резким увеличением сил инерции и напряженного состояния материалов.

Усложнением условий работы в связи с увеличением давления и повышения температур.

Уменьшением материалоемкости изделий.

Литература: [1], с.13-15; [2], с.5-6.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите цели и задачи дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов».

2. Какие объективные причины вызывают необходимость изучения свойств материалов?

3. Укажите основные задачи в области производства металлов и других материалов.

Часть 1 Материаловедение

Тема 1. Введение. «Материаловедение и технология конструкционных материалов», связь состава и строение материалов с их свойствами
Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток. Полиморфные и магнитные превращения в сталях. Влияние вида связей и типа решетки на свойства металлов.

Строение реальных металлов. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные и поверхностные. Термодинамические основы кристаллизации металлов. Законы кристаллизации. Характеристика первичной структуры поликристаллов. Ее зависимость от теплофизических условий кристаллизации (скорости охлаждения, преимущественного направления отвода тепла и т.д.). строение и свойства сплавов. Диффузия и структура сплавов. Строение металлического слитка. Методы исследования металлов.

Методические указания

С целью более рационального выбора материалов для создания различных конструкций необходимо изучить строение и свойства кристаллических веществ, основные типы межатомной связи в них, типы кристаллических решеток и их параметры, а также расположение атомов в элементарных ячейках.

Следует ознакомиться с фазовыми превращениями в твердом растворе, связанные с диффузией и самодиффузией в сплавах, зависимостью коэффициента диффузии от температуры.

Изучая строение реальных кристаллов в металлах, необходимо разобраться в механизме образования кристаллов, внутреннем кристаллическом строении зерна и различных дефектах (несовершенствах) в кристаллических решетках реальных металлов, нарушающих связи между атомами и оказывающих влияние на свойства металлов.

Необходимо запомнить различия при переходе из жидкого состояния в твердое состояние (и обратно), аморфного и кристаллического тела при изменении свободной энергии жидкого и твердого металла в зависимости от температуры согласно второму закону термодинамики.

Кроме того, надо изучить закон кристаллизации, используя схему роста кристаллов по И.Л.Миркину, характер изменения скорости роста кристаллов и скорости зарождения центров кристаллизации в зависимости от степени переохлаждения, а также строение металлического слитка, дендритную форму кристаллов, характерные зоны при кристаллизации стального слитка.

При изучении методов исследования металлов основное внимание необходимо уделить сущности конкретного метода определения химического состава металла, метода исследования его структуры или физического метода (физико-химического, дилатометрического и т.д.). Понятие о конструктивной прочности материалов. Жесткость конструкции. Прочность конструкционных материалов. Удельная прочность конструкционных материалов. Свойства, определяющие надежность и долговечность конструкции. Влияние низких температур, ударных нагрузок на надежность металлов и сплавов.

При выборе материала для какой-либо конструкции или изделия обычно учитывается не один или два каких-либо критерия, характеризующих свойства материала, а возникает необходимость знать его конструктивную прочность, характеризующую определенный комплекс механических свойств, обеспечивающих длительную и надежную работу материала в условиях его эксплуатации.

Необходимо дать определение конструктивной прочности материала, изучить основные типы разрушений при деформировании металла, механизм хрупкого и пластичного (вязкого) разрушения, оценить влияние температуры на хладноломкость металла, а также влияние концентраторов напряжений - основного фактора хрупкости металла.

Следует усвоить понятие порога хладноломкости - одного из основных параметров конструктивной прочности металлов, отражающего качественную

характеристику, прогнозирующую поведение материала в эксплуатационных условиях.

Изучая свойства, определяющие долговечность изделий, следует подробно ознакомиться с методами испытаний материалов на усталость, ползучесть, износ, коррозию и т. д.

Особое внимание необходимо уделить изучению процесса изнашивания, в результате которого изменяются размеры деталей, увеличиваются зазоры между трущимися поверхностями, вызывающие отказ машин и механизмов.

Изучая жаростойкость и жаропрочность металлов и сплавов, нужно обратить серьезное внимание на сущность происходящих процессов, основные способы повышения жаростойкости и жаропрочности, критерии их оценки, классификацию жаропрочных сталей, а также на свойства жаропрочных сплавов на основе никеля и тугоплавких металлов.

В заключение следует изучить общие сведения о коррозии металлов, важнейшие законы их окисления, виды коррозии, основные способы защиты против коррозии металлов и сплавов в различных средах.

Литература: [1], с.81-105; [2], с.7-37; [3], с.20-40; [6], с.6-47; [7], с.9-54; [8], с.49-67.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем характеризуется кристаллическое строение веществ?
2. Что называют элементарной кристаллической ячейкой?
3. Какие превращения называют полиморфными? Назовите металлы, обладающие полиморфизмом.
4. Изложите схему кристаллизации чистых металлов.
5. Охарактеризуйте зоны кристаллизации металлического слитка.
6. Чем отличается макроструктура от микроструктуры?
7. Чему равно координационное число для решеток ОЦК, ГЦК и ГПУ?
8. Чем отличается линейная дислокация от винтовой дислокации?
9. Какое условие необходимо для протекания процесса кристаллизации?
10. Как получить мелкое зерно в литом металле?
11. Когда процесс кристаллизации протекает быстрее – при небольшой, большой или очень большой степени переохлаждения?

Тема 2. Пластическая деформация. Напряжение и деформация. Упругая и пластическая деформация.

Физическая природа деформации металлов. Стандартные механические свойства: твердость, свойства при статическом растяжении, ударная вязкость, усталость металлов, остаточные напряжения.

Упругая деформация. Пластическая деформация. Механизмы пластической деформации. Роль дефектов атомно-кристаллического строения металлов в пластическом деформировании. Генерация дислокаций. Текстура деформации. Влияние пластической деформации на свойства металлов. Прочность как функция плотности дислокаций. Сущность явления сверхпластичности металлов и сплавов. Разрушение металлов.

Методические указания

При изучении этой темы необходимо разобраться в физической природе деформации металлов, выяснить отличия упругой и пластической деформации, рассмотреть зависимость между нагрузкой, напряжением и деформацией. Особое внимание следует уделить механизму пластической деформации, ее влиянию на структуру металла и плотность дислокаций.

Увеличение прочности достигается созданием соответствующих композиций сплавов и технологий обработки.

Необходимо ознакомиться с понятием «сверхпластичности», изучить условия, при которых она обнаруживается у металлов и сплавов, знать характер протекания деформации при проявлении сверхпластичности.

Основными механическими свойствами материалов являются прочность, пластичность, упругость, вязкость, твердость. Зная механические свойства можно выбрать соответствующий материал, обеспечивающий надежность и долговечность машин и конструкций при их минимальной массе.

Необходимо усвоить основные методы исследования механических свойств металлов и физический смысл определяемых при разных методах исследования характеристик.

Следует также изучить процессы, происходящие в металле при разрушении, и виды разрушений, роль дислокаций в проявлении микротрещин, четко представлять различия хрупкого, вязкого, транскристаллитного и интеркристаллитного разрушения, ознакомиться с методами исследования тонкой структуры излома образцов при их испытании на ударный изгиб.

Литература: [1], с.125-137; [2], с.68-80, 110-117; [3], с.47-68, 159-167; [5], с.24-40; [6], с.55-75; [7], с.69-75.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем отличие между упругой и пластической деформациями?
2. Что понимают под твердостью материала? Перечислите методы определения твердости.
3. Что называют вязкостью?
4. Что такое порог хладноломкости?

5. Каким способом надо измерять твердость листовой мягкой стали толщиной 1 мм?
6. Как связано число твердости НВ с временным сопротивлением σ_B ?
7. Какой образец будет иметь более высокий предел выносливости - шлифованный или полированный?
8. Что называют текстурой деформации и как она влияет на свойства металлов?
9. Какое влияние оказывают дислокации на прочность металла?
10. Что называется сверхпластичностью? Назовите условия ее проявления.
11. Каковы признаки вязкого и хрупкого разрушений?
12. Объясните механизм образования и рост трещин.
13. Назовите особенности структуры вязкого и хрупкого разрушений.
14. Перечислите механические свойства, определяемые при статических и динамических испытаниях.

Тема 3 Диаграммы состояния двухкомпонентных сплавов. Связь между диаграммами состояния, структурой и свойствами сплавов Понятие о сплавах, фазовом составе.

Строение типовых фаз: твердых растворов, химических соединений, механических смесей. Диаграммы фазового равновесия. Понятие о методах построения диаграмм и их применении для прогнозирования фазового состава и свойств сплавов. Виды фазовых переходов: эвтектический, эвтектоидный, перитектический, полиморфный. Основные виды диаграмм. Влияние структурного состава на свойство сплавов.

Методические указания

Изучая строение металлических сплавов, необходимо запомнить условия образования твердых растворов, механической смеси, химических соединений. Наглядное представление о состоянии любого сплава в зависимости от его состава и температуры дают диаграммы состояния. Следует усвоить общую методику построения диаграмм состояния для различных случаев взаимодействия компонентов в твердом состоянии.

Необходимо изучить основные типы диаграмм двухкомпонентных систем, понять метод их построения, уметь определять критические точки на диаграммах. Следует усвоить зависимость различных свойств сплавов от характера взаимодействия компонентов, научиться применять правило отрезков с целью определения доли каждой фазы или структурной составляющей в сплаве и правило фаз для построения кривых нагрева и охлаждения, а также определять химический состав фаз.

С помощью закона С. Н. Курнакова нужно уметь установить связь между составом, строением и свойствами сплавов.

Компоненты и фазы в сплавах железа с углеродом. Метастабильная диаграмма состояния железо-цементит. Диаграмма состояния железо - графит

(стабильное равновесие). Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства стали. Понятие о легирующих элементах в сталях и чугунах. Фазы, образуемые легирующими элементами в сплавах железа. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа, свойства феррита и аустенита. Структурные классы легированных сталей.

Основное представление о строении железоуглеродистых сплавов дают диаграммы состояния железо-цементит (метастабильное равновесие) и железо — графит (стабильное равновесие). Необходимо четко усвоить критические точки и модификации железа при нагреве и охлаждении, уяснить, что железо с углеродом способно образовывать твердые растворы и химическое соединение - цементит, разобраться в линиях диаграмм, указывающих на протекание процессов первичной и вторичной кристаллизации.

После изучения общего вида диаграмм нужно научиться определять все фазы и структурные составляющие данной системы.

Необходимо изучить влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей и чугунов, запомнить принцип классификации углеродистых сталей и чугунов, обозначение их марок по ГОСТам, а также научиться определять по марке примерный химический состав стали или свойства чугуна.

Нужно также изучить механические и технологические свойства сталей и чугунов, знать методы их определения, а также требования Правил Российского морского регистра судоходства к качеству судостроительных сталей и чугунов.

Литература: [4], с. 144-193; [2], с. 33-65; [1], с. 106-124; [6], с. 58-70; [7], с. 88-122; 139-140; [8], с. 106-116.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называют твердым раствором? Назовите их виды.
2. Назовите условия полной взаимной растворимости двух компонентов.
3. Что называют эвтектикой? Опишите процесс кристаллизации эвтектики.
4. Определите число фаз, их состав и количество при различных температурах и составах сплавов между линиями ликвидус и солидус в двухкомпонентной системе с полной взаимной растворимостью в жидком и твердом состояниях.
5. Охарактеризуйте диаграммы состояния двойных сплавов.
6. Постройте диаграмму состояния свинец - сурьма по кривым охлаждения.
7. Начертите кривую охлаждения для сплава, содержащего 30 % свинца и 70 % сурьмы. Укажите, какие структурные изменения будут происходить при его охлаждении и по какой причине.
8. Какая связь между типом диаграмм состояния и свойствами сплавов?

Тема 4. Теория и технология термической обработки стали.

Классификация видов термической обработки. Превращения в стали при нагреве, рост аустенитного зерна. Превращения переохлажденного аустенита.

Превращения при нагреве закаленной стали. Диаграмма изотермического распада. Продукты перлитного распада и их свойства. Мартенсит, его природа, свойства, особенности мартенситного превращения.

Методические указания

Теория и технология термической обработки стали являются главными вопросами металловедения. Термическая обработка - один из основных способов влияния на строение, а, следовательно, и на свойства сплавов.

При изучении этой темы необходимо рассмотреть изменения структуры и свойств металла при различных видах термической обработки.

Особое внимание следует уделить изучению превращений в стали при нагреве и охлаждении, росту аустенитного зерна при нагреве. Необходимо усвоить понятия "начальное", "исходное", "действительное" зерно, наследственно мелкозернистая и наследственно крупнозернистая сталь.

Следует произвести анализ диаграммы изотермического распада аустенита и превращений, протекающих при непрерывном охлаждении стали с различными скоростями с образованием структур перлита, сорбита, троостита, бейнита и мартенсита.

Отжиг стали. Нормализация. Закалка стали. Технология закалки (выбор температуры нагрева, закалочной среды). Прокаливаемость стали. Способы закалки. Остаточные напряжения при закалке и их влияние на усталостную прочность. Структура и свойства закаленной стали. Обработка холодом.

Назначение отпуска. Виды отпуска. Отпускная хрупкость. Контроль качества, требования экологии и техники безопасности при термической обработке.

Для практических целей нужно изучить технологию некоторых видов термической обработки (отжиг, нормализация, закалка в различных средах, закалка токами высокой частоты, поверхностная закалка, отпуск), отчетливо представлять режим перечисленных видов термической обработки и их назначение, физико-химическую сущность, преимущества и недостатки каждого способа.

Студенты должны знать применяемое при этом оборудование, изучить дефекты при закалке, иметь четкое представление об остаточных напряжениях, снижающих усталостную прочность стали, изучить основные виды термомеханической обработки стали и их практическое применение, а также основные виды термической обработки, чугуна, широко используемого в машиностроении.

Следует запомнить различия между закаливаемостью и прокаливаемостью стали, а также факторы, влияющие на эти характеристики.

Литература: [3], с. 239-262; [2], с. 156-190; [1], с. 169-190; [6], с. 97-109; [7], с. 199-255; [8], с. 141-155.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем сущность термической обработки? Назовите виды термической обработки стали.
2. Охарактеризуйте превращения в стали при нагреве.
3. Чем характерно изотермическое превращение аустенита?
4. В чем сущность и особенности мартенситного превращения?
5. Какое количество остаточного аустенита в стали, содержащей 0,3 % С и содержащей 1,0 % С? Как освободиться от остаточного аустенита?
6. Чем объясняется высокая твердость мартенсита? Какие причины вызывают необратимую и обратимую отпускную хрупкость?

Тема 5. Понятие об углеродистых сталях. Влияние химического состава на механические свойства сплавов.

Требования, предъявляемые к этим сталям. Маркировка, области применения. Цементуемые стали. Улучшаемые стали. Высокопрочные стали. Пружинно-рессорные стали. Шарикоподшипниковые стали. Износостойкие стали. Строительные стали. Жаропрочные, дисперсно-упрочняемые и нержавеющие стали. Марки, области применения. Серый и белый чугуны. Серые литейные чугуны. Высокопрочные чугуны. Ковкие чугуны. Специальные чугуны.

Методические указания

Из всех материалов, применяемых в настоящее время и прогнозируемых в будущем, только сталь позволяет получать сочетание высоких значений различных механических характеристик и хорошую технологичность при сравнительно невысокой стоимости. Поэтому сталь является основным и наиболее распространенным конструкционным материалом.

Изучая данную тему, следует обратить серьезное внимание на маркировку и область применения конструкционных сталей общего назначения, требования, предъявляемые к материалам для изготовления конструктивных элементов, деталей машин и механизмов.

Нужно усвоить способы классификации (по структуре в нормализованном состоянии и по назначению). Основные принципы выбора для различных областей применения цементуемых, улучшаемых, рессорно-пружинных, износостойких, строительных, высокопрочных и других сталей.

Изучая структуру и свойства чугунов необходимо обратить внимание на факторы, оказывающие влияние на структуру чугуна, роль постоянных примесей в чугуне, влияние различных модификаторов на форму графита чугунов. Необходимо оценить влияние формы графита в чугунах на их прочностные и пластические характеристики.

Следует изучить маркировку чугунов и ее расшифровку, влияние термической обработки на свойства чугуна.

Углеродистые конструкционные стали подразделяются на обыкновенного (общего назначения) качества и качественные. Стали обыкновенного качества

(ГОСТ 380-88) изготавливают следующих марок: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6. В зависимости от условий и степени раскисления различают стали: спокойные, полуспокойные и кипящие.

Необходимо усвоить отличия каждого из способов раскисления сталей обыкновенного качества, их влияние на механические свойства, разобраться в причине "кипения" стали.

Следует изучить ассортимент горячекатаного проката, строительных конструкций и конструкций имеющих специализированное назначение, рекомендуемых для изготовления из сталей обыкновенного качества, преимущества и недостатки сталей общего назначения перед качественными сталями.

Необходимо уделить серьезное внимание изучению влияния углерода на свариваемость сталей обыкновенного качества, а также влияние термической обработки на их механические свойства.

Стали для режущего инструмента. Углеродистые инструментальные стали. Легированные инструментальные стали. Быстрорежущие стали. Стали для измерительного инструмента. Штамповые стали. Твердые сплавы.

В данной теме необходимо изучить достоинства и недостатки углеродистых сталей для режущего инструмента, преимущества легированных сталей для режущего инструмента перед углеродистыми сталями, усвоить маркировку инструментальных сталей, различия легированных сталей повышенной прокаливаемости, не обладающих теплостойкостью и быстрорежущих сталей обладающих высокой теплостойкостью (красностойкостью).

Следует выяснить причину высокой теплостойкости быстрорежущих сталей, изучить структуру инструментальных сталей, режимы каждого вида термической обработки, применяемого для инструментальных сталей и твердых сплавов.

Особое внимание следует уделить изучению высокотемпературных порошковых материалов: твердых сплавов, изготовленных методом порошковой металлургии и состоящих из карбидов тугоплавких металлов (WC, TiC, TaC), соединенных кобальтовой связкой, минералокерамических твердых сплавов на основе глинозема, предназначенных для изготовления режущего инструмента.

Необходимо также изучить требования, предъявляемые к режимам термической обработки измерительного инструмента, инструмента для штампов холодного и горячего деформирования, уделить внимание изучению влияния легирующих элементов на твердость, прочность, теплостойкость и износостойкость различного инструмента.

Магнитные и электротехнические стали и сплавы. Металлические стекла (аморфные сплавы). Сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения. Сплавы с эффектом памяти формы.

В этой теме предстоит изучить стали и сплавы, для которых основным предъявляемым к ним требованием является обеспечение определенного уровня физических свойств. Механические свойства этих сталей и сплавов чаще не имеют основного значения.

Изучая магнитные стали и сплавы надо запомнить их маркировку, магнитные характеристики (остаточная магнитная индукция B_r , коэрцитивная сила H_{c1} и др.), основные отличия магнитно-мягких материалов от магнитно-твердых материалов, общие требования предъявляемые к ним, и область применения. Обратит внимание на марки парамагнитных сталей, их назначение и присущий им недостаток.

Следует ознакомиться с наиболее распространенными железоникелевыми сплавами, у которых коэффициент линейного расширения изменяется в зависимости от содержания никеля, их применением в технике, а также с механизмом, определяющим свойства памяти формы в сплавах с эффектом памяти формы. Нужно запомнить некоторые двойные и более сложные сплавы с обратным мартенситным превращением, обладающие в разной степени памятью формы.

Литература: [3], с. 392-459; [2], с. 367-376; [1], с. 302-307; [7], с. 453-468; [8], с. 217-220.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие требования предъявляются к материалам для постоянных магнитов?
2. Какие стали и сплавы применяют для изготовления постоянных магнитов?
3. Какие Вы знаете магнитно-мягкие материалы?
4. Где применяют магнитно-мягкие материалы?
5. Где применяют сплавы инвар и ковар?
6. Какие Вы знаете сплавы с эффектом памяти формы?
7. Какие свойства имеют аморфные сплавы?
8. Где применяют аморфные сплавы?
9. Какие преимущества легированных сталей для режущего инструмента перед углеродистыми сталями?
10. Назовите марку быстрорежущей стали.

Тема 6. Понятие о чугунах. Влияние примесей на структуру и свойства чугунов.

Понятие о структуре металлургического производства.

Сущность пирро-, гидро- и электрометаллургии. Доменное и внедоменное получение железа из руд. Руды и их подготовка к плавке. Технология сталеплавильного производства. Особенности мартеновской, кислородно-конвертерной и электродуговой плавки. Технология разлива и формирования слитков. Способы повышения качества сталей в процессе их производства.

Виды внепечной обработки стали. Сущность электрошлакового, вакуумно-дугового, лучевого переплавов и их комбинаций при получении сталей особо вязкого качества. Гранульная технология и ее особенности. Особенности

металлургических процессов при выплавке меди и никеля. Сущность электролиза при выплавке алюминия и магния. Способы их рафинирования. Сущность металлотермии при производстве титана. Экологические проблемы металлургии.

Методические указания

Вначале необходимо рассмотреть структуру металлургического производства в целом, а затем изучить его основные процессы, ознакомиться с исходными материалами для производства чугуна, изучить виды руд, процентное содержание в них железа, марганца и других элементов, а также способы подготовки руд к плавке.

Нужно ознакомиться с флюсами, их видами, химическим составом и назначением, основными видами топлива, применяемого в металлургии. Особое внимание следует уделить изучению физико-химических процессов, протекающих в доменной печи, получению основных и побочных продуктов доменного производства, процессам прямого восстановления железа из руд, а также технико-экономическим показателям производства чугуна.

Изучая производство стали, прежде всего, необходимо ознакомиться с принципом работы современных конвертеров, мартеновских и электрических дуговых печей, подробно рассмотреть физико-химические процессы, протекающие в них при выплавке стали.

Следует изучить новейшие достижения в области производства стали: выплавку в вакуумных электрических печах, путем электрошлакового, плазменного переплава, рафинирование стали в ковше жидкими синтетическими шлаками и другие новые технологические способы.

Особое внимание нужно уделить кислородно-конвертерному способу получения стали, который в настоящее время является основным способом массового производства стали.

Затем следует рассмотреть существующие способы разлива стали, устройство сталеразливочного ковша и различные схемы разлива стали, принципиальные схемы установок непрерывной разлива стали (УНРС), а также способы вакуумной дегазации стали.

Кроме того, необходимо ознакомиться с устройством сталеплавильных агрегатов непрерывного действия (САНД) и технико-экономическими показателями выплавки стали различными способами.

Самым распространенным металлом в природе является алюминий. В настоящее время по размерам производства он занимает первое место среди всех цветных металлов.

Изучая производство алюминия, следует ознакомиться с алюминиевыми рудами: бокситами, нефелинами, алунитами, их составом.

Необходимо рассмотреть два основных процесса производства алюминия: получение глинозема из бокситов и неметаллического алюминия путем электролиза расплавленного глинозема, получаемого щелочными, электро-термическими и другими способами.

Затем необходимо изучить схему и принцип работы электролизера, состав и назначение криолита, реакцию диссоциации молекул криолита и глинозема, а также реакции, происходящие при рафинировании хлором электролитическом рафинировании.

Магний, занимающий среди металлов шестое место по распространению, входит в состав очень многих минералов. В качестве сырья для получения магния используют карналлит, магнезит и доломит.

Необходимо изучить состав этих руд и способы их обогащения, подробно ознакомиться с электролитическими и термическими способами получения магния и его последующего рафинирования.

Медь - один из важнейших металлов. Сплавы на основе меди - латуни и бронзы - используются почти во всех областях машиностроения. Медь получают из медных руд двумя способами - пирометаллургическим и гидрометаллургическим, причем около 90 % первичной меди получают пирометаллургическим способом.

Следует разобраться в общей схеме пирометаллургического способа получения меди, изучить оборудование для обогащения медных руд, обжига рудных концентратов, плавки штейна и получения черновой меди, а также уяснить физико-химические процессы, протекающие при этом.

Особое внимание нужно обратить на новый прогрессивный способ обжига рудных концентратов в кипящем слое. В заключение следует разобраться в сущности огневого и электролитического рафинирования меди и ознакомиться с происходящими реакциями.

Никель является одним из важнейших легирующих элементов в сталях. Сырьем для его производства служат окисленные никелевые или сульфидные медно-никелевые руды.

Необходимо ознакомиться с технологией производства никеля из окисленных руд, усвоить электрическое рафинирование никеля, карбонильный способ извлечения никеля из медно-никелевых фанштейнов.

Титан по распространению в природе занимает четвертое место среди металлов и входит в состав более 70 минералов. К основным промышленным титановым минералам относятся рутил и ильменит.

Необходимо ознакомиться с устройством электропечи для получения четыреххлористого титана, технологическими процессами обогащения титановых руд, восстановления титана магнием из четыреххлористого титана, методами рафинирования титановой губки и получения титановых слитков.

Следует выяснить сущность различных способов получения титана, их отличия, преимущества и недостатки.

Особое внимание следует уделить изучению вопросов экологии, так как при производстве цветных металлов выделяется большое количество газов, паров и пыли, оказывающих вредное влияние на окружающую среду.

Литература: [4], с. 20-52, 25-58; [1], с. 16-80; [8], с. 13-18.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите руды, применяемые для производства чугуна, их химический состав. Какие вы знаете способы обогащения железных руд?
 2. Какие виды топлива применяют при производстве чугуна? Укажите их теплотворную способность.
 3. Назовите способы производства стали.
 4. Изложите технологию выплавки стали скрап-рудным процессом основной мартеновской печи.
 5. Объясните принцип работы индукционной печи для выплавки стали.
 6. Объясните строение стальных слитков кипящей и полуспокойной стали. Перечислите дефекты стальных слитков.
 7. Начертите схему электролизера для получения алюминия.
 8. Охарактеризуйте сущность электролитического рафинирования. Какая чистота алюминия достигается при этом?
 9. Какие руды используют в качестве сырья для получения магния?
 10. Назовите основные медные руды и способы их обогащения.
- П. В чем сущность пирометаллургического способа получения меди?
11. Приведите схему ячейки электролизной ванны для получения никеля. Охарактеризуйте ее конструктивные особенности.
 12. Нарисуйте схему электропечи для получения четыреххлористого титана. Объясните процесс его получения.

Тема 7. Цветные металлы и сплавы.

Алюминий, магний и их сплавы. Классификация, маркировка, термическая обработка, область применения. Титан и его сплавы, маркировка, применение. Медь и ее сплавы: бронзы (деформируемые и литейные), латуни. Маркировка, свойства, области применения. Антифрикционные материалы: баббиты, многослойные подшипники.

Методические указания

При изучении этой темы следует обратить особое внимание на основные свойства чистых металлов (алюминий, магний, медь, титан) и наиболее распространенных сплавов на их основе, структуру этих сплавов, диаграммы состояния, а также на области их применения.

Студенты должны запомнить классификацию перечисленных сплавов, уметь по марке сплава определить его примерный состав.

Изучая сплавы алюминия, нужно внимательно рассмотреть деформируемые и литейные сплавы, процесс старения дуралюмина в зависимости от температуры.

Следует изучить состав, свойства и области применения магниевых сплавов, пути повышения прочности сплавов без потери пластичности и вязкости, а также основные преимущества алюминиевых и магниевых сплавов, связанные с их высокой удельной прочностью.

Титановые сплавы характеризуются высокой прочностью, наибольшей плотностью, относительно хорошей жаропрочностью и высокой коррозионной стойкостью во многих агрессивных средах.

Необходимо хорошо изучить состав, свойства и области применения титановых сплавов, их преимущества перед другими сплавами цветных металлов.

Важнейшими медными сплавами, имеющими широкое применение в технике, являются латуни и бронзы.

Студенты должны внимательно рассмотреть классификацию медных сплавов и усвоить маркировку, состав, структуру, свойства и области применения различных групп медных сплавов.

В качестве подшипниковых сплавов используют в основном сплавы на оловянной и свинцовой основе (баббиты), сплавы на цинковой и алюминиевой основе, а также медно-свинцовые сплавы. Курсанты должны знать требования, предъявляемые к этим сплавам, их состав и структуру, а также области применения.

В заключении необходимо ознакомиться с требованиями Российского морского регистра судоходства к алюминиевым и медным сплавам и деталям, изготовленным из этих сплавов.

Литература: [3], с. 478-537, 568-574; [2], с. 378-422; [1], с. 307-324; [5], с. 451-459; [6], с. 176-204; [7], с. 478-535; [8], с. 220-231.

Тема 8 Неметаллические материалы. Общие сведения о неметаллических материалах.

Классификация неметаллических материалов, области их применения. Основы строения, свойства полимерных материалов и способы их получения. Типовые термопластические и термореактивные материалы, методы упрочнения, особенности механических свойств полимеров, обусловленные их строением, области их применения.

Основы строения резиновых материалов, их составы для придания заданных свойств, области применения. Стекла. Керамика. Общие сведения, области применения. Экономическая эффективность применения неметаллических материалов в технике.

Виды композиционных материалов, классификация, свойства, преимущества и недостатки, области применения. Порошковые материалы. Способы получения. Конструкционные, инструментальные и специальные порошковые материалы. Области применения.

Методические указания

При изучении данной темы, прежде всего, необходимо ознакомиться с общей классификацией и характеристикой неметаллических материалов, их специфическими свойствами в зависимости от химической природы и структуры.

Изучая пластмассы, надо усвоить, что основной их составляющей являются высокомолекулярные вещества, состоящие из гигантских молекул различной формы структуры, к которой добавляют различные наполнители, пластификаторы, стабилизаторы и т. д.

Следует знать, какие составляющие можно использовать для придания пластмассам тех или иных физико-механических свойств.

При изучении резиновых материалов необходимо уяснить состав резины, способы получения и влияние различных добавок на ее свойства, обуславливающие широкое применение в различных отраслях промышленности.

Необходимо подробно рассмотреть влияние наполнителей, мягчителей, противостарителей и ускорителей на свойства резины, изучить методы изготовления и соединения изделий из резины, а также техническую и экономическую целесообразность применения неметаллических материалов в машиностроении и других областях техники.

Серьезное внимание следует уделить изучению неорганического стекла, общих его свойств, областей применения технических стекол, а также строению теплозвукоизоляционных стекловолоконистых материалов и ситаллов.

Необходимо подробно ознакомиться с керамическими материалами, изучить свойства керамики на основе чистых оксидов и бескислородной керамики, области их применения.

Композиционные материалы представляют собой искусственные материалы, получаемые сочетанием химически неоднородных компонентов, и являются весьма перспективными для применения в различных областях народного хозяйства.

Следует обратить внимание на их физическую природу, свойства зависимости от вида матрицы и формы, размеров и взаимного расположения наполнителя, на возможность использования композиционных материалов в качестве жаропрочных и способы повышения их жаропрочности.

Изучая порошковые материалы, необходимо четко усвоить основные этапы технологии производства изделий из порошков: получение и подготовка порошков, их формирование, спекание и дополнительная обработка спеченных изделий. Следует запомнить отличительную особенность пористых порошковых материалов, позволяющую получать требуемые эксплуатационные свойства, изучить конструкционные порошковые материалы и требования, предъявляемые к ним. Необходимо подробно изучить состав, свойства, маркировку и применение порошковых материалов.

В заключении следует уделить серьезное внимание изучению вопросов техники безопасности и охраны окружающей среды при производстве неметаллических материалов и их исходных компонентов.

Литература: [3], с. 582-669; [2], с. 422-520; 428-431; [1], с. 707-728, 730-798; [5], с. 451-459; [6], с. 215-295; [8], с. 248-258.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите наполнители, пластификаторы и стабилизаторы, наиболее часто применяемые для получения специфических свойств пластических масс.
2. Какие полимеры называют термопластическими? Назовите области их применения.
3. Назовите методы переработки пластмасс в вязкоэластичном состоянии.
4. Назовите виды каучуков, их свойства. Каков состав резины?
5. Перечислите методы изготовления и соединения изделий из резины.
6. Назовите представителей керамики на основе чистых оксидов. Дайте сравнительную оценку свойств.
7. Как классифицируются композиционные материалы с неметаллической матрицей по виду упрочнителя и матрицы?
8. Что такое карбо волокниты? Какие их состав, разновидности и свойства?
9. Что такое органоволокниты? Укажите их свойства и применение.
10. Назовите основные физико-механические свойства композиционных материалов с металлической матрицей.
11. Какие достоинства и недостатки порошковой металлургии?

Тема 9. Способы получения заготовок. Литейное производство.

Физические основы литейного производства. Литейные свойства сплавов. Основные этапы формообразования: заполнение форм расплавом, затвердевание, охлаждение. Влияние теплового, химического и механического взаимодействия металла и литейной формы на возникновение дефектов в отливках: недоливов, усадочных раковин, трещин, пор, искажений формы отливок. Внутренние напряжения в отливках. Одновременная и направленная кристаллизация. Принципы управления структурой и качеством отливок.

Классификация способов литья по материалу литейных форм, кратности применения, способам заполнения. Особенности процессов изготовления отливок в разовых формах (песчаных, оболочковых, по выплавляемым моделям). Материалы литейных форм. Способы обеспечения качества отливок.

Особенности процессов изготовления отливок в многократно используемых формах: кокилях, центробежным литьем, литьем под давлением. Принципиальные схемы процессов.

Алгоритм выбора способа изготовления отливок с учетом материала, массы, габаритных размеров, степени сложности, серийного производства и технологической возможности получения отливок требуемого качества.

Правила разработки чертежа отливок (с учетом требований государственных стандартов) и литейной формы в сборе. Прогнозирование механических свойств отливок по теплофизическим параметрам формообразования. Комбинированные методы (непрерывное литье и прокатка, литье и прессование и др.), обеспечивающие повышение производительности и качества заготовок. Основные виды термической обработки отливок.

Принципиальные особенности технологии получения качественных отливок из серого, высокопрочного, ковкого и антикоррозийного чугуна,

низколегированных и высоколегированных сталей. Свойства отливок, области применения. Особенности литья медных, алюминиевых и магниевых сплавов. Способы контроля качества.

Методические указания

При изучении данной темы необходимо ознакомиться с основными методами получения заготовок литьем. Литейное производство имеет исключительно важное значение. Нет ни одной отрасли машиностроения и приборостроения, где бы ни применяли литые детали, так как этот способ изготовления изделий наиболее простой и дешевый.

Возможность использования сплава для получения отливок определяется его литейными свойствами, поэтому курсанты должны иметь четкое представление о жидкотекучести, усадке, склонности к ликвации и поглощению газов.

Необходимо изучить особенности заполнения форм расплавом, его затвердевание и охлаждение при производстве отливок из стали, чугуна и цветных сплавов. Следует внимательно рассмотреть характер и причины возникновения различных дефектов в отливках, а также способы их устранения.

Необходимо подробно изучить технологическую оснастку, применяемую для изготовления отливок, модельные комплекты для машинной формовки, виды песчано-глинистых и специальных формовочных и стержневых смесей, их механические, технологические и теплофизические свойства.

Затем следует перейти к изучению технологического процесса получения отливок, обратить внимание на особенность их конструкции и технологичность, ознакомиться с литниковой системой, назначением прибылей, изучить способы ручной и машинной формовки и схемы прессования, рассмотреть способы извлечения моделей из форм, ознакомиться с технологическим процессом машинной формовки, основным способом изготовления стержней.

Необходимо обратить внимание на недостатки ручной формовки стержней, изучить машинную формовку стержней в опорах на прессовых, встряхивающих и других машинах, устройство пескометов, пескодувной и пескоструйной машин. Следует знать основные технологические операции сборки и заливки форм, продолжительность охлаждения в форме затвердевшей отливки и температуру, при которой можно извлекать ее из формы, технологию извлечения и очистки отливок. Кроме того, серьезное внимание нужно уделить изучению дефектов отливок, подразделяемых на исправимые и на неисправимые, знать их виды.

При изучении специальных способов литья необходимо знать, что эти способы позволяют получить отливки повышенной точности, с низкой шероховатостью поверхности, минимальными допусками на механическую обработку, а иногда и без механической обработки.

Каждый специальный способ литья имеет свои особенности, определяющие области применения и экономическую эффективность. Надо знать преимущества и недостатки специальных способов литья для формообразования

отливок в многократно используемых формах, технологические возможности этих способов.

Необходимо ознакомиться с технологией выплавки чугуна в вагранке и электрических печах, изучить особенности литейных форм, способы заливки чугуна в формы.

Кроме того, следует изучить области применения отливок различных металлов и сплавов, дефекты отливок и причины их возникновения, методы их дефектоскопии и исправления дефектов, а также требования, предъявляемые Российским морским регистром судоходства к отливкам из стали, чугуна, медных и алюминиевых сплавов.

В заключение следует уделить серьезное внимание комплексу мероприятий по улучшению санитарно-гигиенических условий труда и оздоровлению окружающей среды.

Литература: [4], с. 120-220; [1], с. 329-402; [5], с. 413-419; [6], с. 298-386; [8], с. 284-315.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте схему технологического процесса изготовления отливок в песчаных формах.
2. Перечислите основные механические, технологические, теплофизические свойства формовочных смесей.
3. Опишите технологию изготовления формовочных смесей.
4. Назовите элементы литниковой системы, типы литниковых систем.
5. Опишите технологию машинной формовки в двух опоках.
6. В чем сущность литья по выплавляемым моделям?
7. Приведите классификацию дефектов отливок и назовите причины их возникновения.
8. В чем сущность литья в металлических формах?
9. Укажите особенности и области применения литья в металлических формах.
10. В чем сущность центробежного литья?
11. Чем характеризуется литье под давлением?
12. Приведите классификацию способов изготовления отливок и области их применения.
13. Перечислите основные литейные свойства сплавов.
14. Назовите основные дефекты отливок и причины их возникновения.
15. Укажите причины возникновения внутренних напряжений в отливках.
16. Перечислите основные виды термической обработки отливок.
17. Укажите режимы термической обработки отливок из белого чугуна для получения ферритной структуры ковкого чугуна.
18. Какие проводятся мероприятия в литейных цехах по оздоровлению окружающей среды?

***Тема 10. Физико-механические основы обработки металлов давлением.
Сущность обработки металлов давлением.***

Сущность процесса пластического деформирования. Физико-механические основы формообразования заготовок. Зависимость силовых и деформационных параметров процесса от состава сплава, температуры, скорости деформации, сил трения. Понятие о горячей и холодной деформации. Явление одновременного протекания процессов упрочнения и разупрочнения (наклепа и рекристаллизации). Влияние температуры нагрева и скорости деформации. Основные схемы пластического деформирования. Показатели степени деформации. Классификация способов пластического деформирования.

Сущность процессов прокатки, прессования, волочения. Инструмент и оборудование. Основные группы профилей, понятие о сортаменте согласно государственным стандартам. Особенности получения сортового проката, бесшовных и сварных труб, периодических профилей.

Сущность процессовковки и объемной штамповки. Структура поковок и штамповок. Степень уковки. Учет анизотропии свойств для повышения качества заготовок.

Ковка. Оборудование, инструмент. Объемная штамповка. Оборудование, инструмент. Разновидность объемной штамповки: в открытых, закрытых штампах, с двумя плоскостями разъема, штамповка выдавливанием и прессовкой. Области применения. Холодная объемная штамповка. Инструмент и оборудование. Листовая штамповка.

Сущность процесса, основные способы. Характеристика продукции, условия обеспечения качества.

Особенности штамповки заготовок различной формы. Принципы разработки чертежа поковки, штамповки (с учетом требований государственных стандартов).

Термическая обработка заготовок, полученных пластическим деформированием. Контроль качества изделий. Техника безопасности при пластическом деформировании металлов.

Методические указания

Производство заготовок пластическим деформированием отличается значительной экономичностью, высоким выходом годного металла и большой производительностью.

Сначала необходимо изучить сущность пластического деформирования, основанного на пластичности материалов, физикомеханические основы формообразования заготовок, включающие в себя неравномерность распределения напряжений и деформации в объеме деформируемого тела.

Затем следует выяснить физическую природу упругой и пластической деформации, ее влияние на структуру и свойства металлов.

Особое внимание следует обратить на нагрев металла при обработке давлением, так как он влияет на качество и стоимость продукции, на дефекты,

возникающие из-за неправильного нагрева металла, на зависимость температуры начала и конца горячего деформирования от температуры

плавления и рекристаллизации, а также на режим охлаждения изделий, получаемых горячей обработкой давлением.

Около 90 % всей выплавляемой стали и большую часть цветных металлов подвергают прокатке, поэтому необходимо внимательно изучить сущность этого процесса, усвоить основные виды прокатки, условия захвата металла валками прокатного стана.

Кроме того, необходимо освоить основные способы производства труб, их сортамент, ознакомиться с устройством трубопрокатных станков.

При изучении прессования металлов необходимо выяснить сущность данного процесса и возможность его применения для обработки давлением легированных сталей с низкой пластичностью, цветных металлов и сплавов.

Следует рассмотреть методы прессования прутков, труб и профилей, уяснить преимущества и недостатки этих методов, ознакомиться с инструментом и оборудованием для прессования, выяснить роль смазки при осуществлении данного процесса.

Изучая технологический процесс волочения, следует выяснить его сущность, перечень операций, из которых он состоит, и последовательность их осуществления. Необходимо подробно ознакомиться с волочильным оборудованием.

Особое внимание надо уделить разработке технологического процессаковки, составление чертежа поковки, выбору заготовки и оборудования дляковки, последовательности выполнения операцийковки, технологическим требованиям к деталям, получаемым из поволоков. Необходимо изучить требования Правил Российского морского регистра судоходства, предъявляемых к стальным поволокам, предназначенным для судостроения и судового машиностроения.

По сравнению с ковкой штамповка имеет ряд преимуществ. Горячей объемной штамповкой можно получать поволоки сложной конфигурации без напусков, что при ковке невозможно, изготавливать поволоки сложной конфигурации и т. д.

Необходимо изучить сущность прямого, обратного, бокового и комбинированного выдавливания, преимущества холодной объемной штамповки перед горячей штамповкой, изучить оборудование и применяемый инструмент, последовательность выполняемых операций при осуществлении технологического процесса холодной штамповки.

Следует также рассмотреть способ холодной листовой штамповки, основные операции и последовательность их выполнения, изучить преимущества и недостатки листовой штамповки, примеры раскроя материала и изменения его формы при листовой штамповке и применяемый при этом инструмент. Следует также ознакомиться с основными разновидностями высокоскоростной листовой

штамповки (штамповка взрывом, электрогидравлическая и электромагнитная), рассмотреть их преимущества и недостатки, целесообразность использования.

Применение того или иного способа изготовления заготовок пластическим деформированием определяется конкретными условиями и требованиями, предъявляемыми к готовым изделиям, и другими факторами, оказывающими влияние при их дальнейшей эксплуатации.

При изучении материала этой темы следует получить четкое представление о сущности каждого из способов, их преимущества и недостатки. Необходимо уделить серьезное внимание изучению вопросов охраны труда и окружающей среды при обработке металлов пластическим деформированием.

Литература: [4], с. 53-77, 59-146; [1], с. 406-502; [5], с. 406-412; [6], с. 390-444; [8], с. 318-354.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем характеризуется формоизменение заготовок при холодном деформировании?
2. Охарактеризуйте процессы рекристаллизации и возврата (отдыха).
3. Что понимают под горячей деформацией заготовок?
4. Назовите сортамент проката, что он отражает?
5. Какие изделия изготавливают прессованием из цветных металлов?
6. Охарактеризуйте сущность процесса волочения прутков фасонных профилей, труб и проволоки. Начертите схемы этих процессов.
7. Назовите материалы, применяемые для изготовления волокна.
8. Назовите основное оборудование кузнечного производства.
9. Перечислите преимущества и недостатки штамповки по сравнению со свободной ковкой? Какой материал применяют для изготовления штампов?
10. Какие требования Российский морской регистр судоходства предъявляет к химическому составу стали для поковок?
11. С какой целью производят калибровку поковок?
12. С какой целью осуществляют термическую обработку поковок?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

1. Чем отличается макроструктура от микроструктуры? Какое условие необходимо для протекания процесса кристаллизации? Что такое твердый раствор? Какие виды твердых растворов вы знаете?

2. Что такое полиморфное превращение и какие необходимы условия для его протекания? Что такое концентраторы напряжений и почему они опасны?

3. Определите число фаз, их состав и количество при разных температурах и составов сплавов между линиями ликвидус и солидус в двухкомпонентной системе с полной взаимной растворимостью в жидком и твердом состоянии.

4. Что такое текстура деформации и как она влияет на свойства металла?

5. Что предопределяет сверхпластичность металлов и сплавов? Какие факторы влияют на температурный процесс рекристаллизации? Почему испытания на растяжение наиболее широко применяются по сравнению с другими видами испытаний?

6. Что такое конструктивная прочность и какие параметры используются для ее оценки? Когда будет крупнее рекристаллизованное зерно: после деформации на 25 или 75 %?

7. Что такое твердый раствор? Виды твердых растворов, примеры. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается пластичность металлов и сплавов? Как они определяются?

8. Что такое дислокация? Виды дислокаций и их влияния на механические свойства металлов. Как связано число твердости НВ с временным сопротивлением? Что больше - КСU, КСV или КСТ одного и того же материала? Почему?

9. Опишите процессы превращения в чистом железе при его нагреве от 20 до 1530°C. Постройте кривую охлаждения чистого железа.

10. Опишите процессы превращения в немодифицированном силумине марки АЛ4, содержащем 10 % кремния, при нагреве от комнатной температуры до жидкого состояния. Постройте кривую нагрева при 400, 530 и 660°C.

11. Опишите процессы превращения в чугуна с содержанием углерода 4,0 % при охлаждении от жидкого состояния до 20°C. Постройте кривую охлаждения и назовите структуру при 1400, 1100 и 500°C.

12. Опишите процессы превращения в чугуна с содержанием углерода 6,0 % при нагреве до температуры 1400°C. Постройте кривую нагрева и назовите структуры при 300, 1100 и 1200°C.

13. Опишите процессы превращения в стали У10 при охлаждении от 1500 до 20°C. Постройте кривую охлаждения и назовите структуры при 300, 727, 1100 и 1400°C.

14. Опишите процессы превращения в дуралюмине марки Д16 с содержанием меди 4,0 % при нагреве от 20 до 700°C. Постройте кривую нагрева и назовите структуры при 400, 550 и 630°C.

15. Изложите процессы превращения в силумине марки АЛ9 с содержанием кремния 8,0 % при нагреве от 20 до 700°C. Постройте кривую нагрева и назовите структуры при 400, 574 и 620°C.

16. На какие группы делятся алюминиевые сплавы в зависимости от технологии обработки?

17. Опишите влияние цинка на механические и технологические свойства латуни. Укажите состав(марки), свойства и применение латуней.

18. В каких случаях применяют цинковые и алюминиевые антифрикционные сплавы?

19. Укажите категории стали повышенной прочности по Регистру.

20. Укажите состав силуминов.

21. Приведите классификацию и маркировку меди. Опишите влияние примесей на свойства меди.

22. Укажите марки высокопрочных алюминиевых сплавов.

23. Опишите основные характеристики прочности и пластичности. Постройте диаграмму растяжения для стали.

24. Охарактеризуйте понятие "конструктивная прочность".

25. Приведите классификацию и маркировку чугунов. Охарактеризуйте влияние примесей на свойства чугунов.

26. Приведите классификацию и маркировку инструментальных сталей и сплавов.

27. Приведите классификацию и маркировку жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов. Назовите области их применения.

28. Приведите классификацию и маркировку сталей и сплавов с особыми физическими свойствами. Назовите области их применения.

29. Приведите классификацию и маркировку медных сплавов. Назовите области применения меди и ее сплавов.

30. Охарактеризуйте свойства меди и ее сплавов с алюминием, кремнием и бериллием. Назовите области применения этих сплавов.

31. Приведите классификацию и маркировку алюминиевых сплавов. Назовите области их применения.

32. Приведите классификацию и маркировку магниевых сплавов. Назовите области их применения.

33. Приведите классификацию и маркировку антифрикционных сплавов. Назовите области их применения.

34. Приведите классификацию и маркировку припоев. Назовите области их применения.

35. Охарактеризуйте влияние цинка на механические свойства латуней.

36. Приведите классификацию и характеристики неметаллических металлов.

37. Приведите классификацию и укажите технологические свойства пластмасс.

38. Охарактеризуйте высоконаполненные конструкционные пластмассы. Укажите их механические свойства и области применения.

39. Охарактеризуйте газонаполненные пластмассы. Укажите их механические свойства и области применения.

40. Укажите свойства неорганического стекла и ситаллов. Области их применения.

41. Укажите свойства керамических материалов и назовите области их применения.

Таблица 1

a/б	(а) предпоследняя цифра (а) / (б) последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1, 21 11, 31	2, 22 12, 32	3, 23 13, 33	4, 24 14, 34	5, 25 15, 35	6, 26 16, 36	7, 27 17, 37	8, 28 18, 38	9, 29 19, 39	10, 30 20, 40
2	21, 41 31, 10	22, 1 32, 11	23, 2 33, 12	24, 3 34, 13	25, 4 35, 14	26, 5 36, 15	27, 6 37, 16	28, 7 38, 17	29, 8 39, 18	30, 9 40, 1
3	41, 20 10, 30	1, 21 11, 31	2, 22 12, 32	3, 23 13, 33	4, 24 14, 34	5, 25 15, 35	6, 26 16, 36	7, 27 17, 37	8, 28 18, 38	9, 29 19, 39
4	20, 40 30, 10	21, 1 32, 11	22, 2 33, 12	23, 3 34, 13	24, 4 35, 14	25, 5 36, 15	26, 6 37, 16	27, 7 38, 17	28, 8 39, 18	29, 9 40, 19
5	1, 20 10, 30	2, 21 11, 31	3, 22 12, 32	4, 23 13, 33	5, 24 14, 34	5, 25 15, 35	6, 26 16, 36	7, 27 17, 37	8, 28 18, 38	9, 29 19, 39
6	20, 40 30, 9	21, 41 31, 10	22, 1 32, 11	23, 2 33, 12	24, 3 34, 13	25, 4 35, 14	26, 5 36, 15	27, 6 37, 16	28, 7 38, 17	29, 8 39, 18
7	40, 19 10, 29	1, 20 11, 30	2, 21 12, 31	3, 22 13, 32	4, 23 14, 33	5, 24 15, 34	6, 25 16, 35	7, 26 17, 36	8, 27 18, 37	9, 28 19, 38
8	20, 39 30, 8	21, 40 31, 9	22, 41 32, 10	23, 1 33, 11	24, 2 34, 12	25, 3 35, 13	26, 4 36, 14	27, 5 37, 15	28, 6 38, 16	29, 7 39, 17
9	40, 18 10, 37	1, 19 11, 38	2, 20 12, 39	3, 30 13, 40	4, 31 14, 41	5, 32 15, 1	6, 33 16, 2	7, 34 17, 3	8, 35 18, 4	9, 36 19, 5
0	20, 6 30, 16	21, 7 31, 17	22, 8 32, 18	23, 9 33, 19	24, 10 34, 20	25, 11 35, 21	26, 12 36, 22	27, 13 37, 23	28, 14 38, 24	29, 15 39, 25