

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии  
материалов и судоремонта

## **Материаловедение и технология материалов**

Методические указания к самостоятельной работе и контрольные задания  
для студентов очной, заочной формы обучения специальности:  
25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования».

Мурманск  
2019

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 19 июня 2019г., протокол № 10/19.

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

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	3
ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	4
ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.....	7
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	8
Тема 1. Введение. Определение, цель и задачи дисциплины. Общие характеристики и структурные методы исследования металлов. Строение металлов. Прочность металлов идеального и реального строений.....	9
Тема 2. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации. Полиморфные превращения в металлах.....	10
Тема 3. Механические свойства металлов и сплавов. Конструктивная прочность металлов и сплавов. Методы определения твердости. Свойства, определяемые при динамических испытаниях.....	11
Тема 4. Диаграммы фазового равновесия и теория сплавов. Связь между диаграммой состояния сплавов и их свойствами.....	12
Тема 5. Железо и его сплавы. Стали и чугуны. Метастабильная диаграмма состояния «Железо-цементит».....	13
Тема 6. Металлические материалы. Стали. Классификация сталей по назначению, качеству, структуре; Инструментальные стали и сплавы.....	14
Тема 7. Свойства и назначение чугунов. Классификация чугунов.....	15
Тема 8. Цветные металлы и сплавы.....	16
Тема 9. Неметаллические материалы. Общие сведения о неметаллических материалах.....	18
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА.....	19

## **ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

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

Целью учебного пособия является более глубокое изучение дисциплины "Материаловедение и технология конструкционных материалов" - 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, позволявшие 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: 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования».

**Цель дисциплины** – «Материаловедение и технология материалов» 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, позволявшими 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 и технология материалов» 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.

Для успешного изучения данной дисциплины необходимо знание таких предметов как высшая математика, химия, физика, инженерная графика, сопротивление материалов.

Изучение дисциплины "Материаловедение и технология конструкционных материалов" 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.

Студент-заочник полной и ускоренной форм обучения должен выполнить одну контрольную работу по материаловедению. Вариант задания выбирают по двум последним цифрам шифра (табл. 1).

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**

Тема 1. Введение. Определение, цель и задачи дисциплины. Общие характеристики и структурные методы исследования металлов. Строение металлов. Прочность металлов идеального и реального строений
Тема 2. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации. Полиморфные превращения в металлах
Тема 3. Механические свойства металлов и сплавов. Конструктивная прочность металлов и сплавов. Методы определения твердости. Свойства, определяемые при динамических испытаниях
Тема 4. Диаграммы фазового равновесия и теория сплавов. Связь между диаграммой состояния сплавов и их свойствами
Тема 5. Железо и его сплавы. Стали и чугуны. Метастабильная диаграмма состояния «Железо-цементит»
Тема 6. Металлические материалы. Стали. Классификация сталей по назначению, качеству, структуре; Инструментальные стали и сплавы
Тема 7. Свойства и назначение чугунов. Классификация чугунов
Тема 8. Цветные металлы и сплавы
Тема 9. Неметаллические материалы. Общие сведения о неметаллических материалах
Контрольная работа

### **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.

***Тема 1. Введение. Определение, цель и задачи дисциплины. Общие характеристики и структурные методы исследования металлов. Строение металлов. Прочность металлов идеального и реального строений.***

Предмет и содержание дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов», связь с другими дисциплинами. Методика изучения.

Роль материаловедения в современной науке.

Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток. Влияние вида связей и типа решетки на свойства металлов.

Строение реальных металлов. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные и поверхностные. Строение металлического слитка. Методы исследования металлов.

### **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.

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.

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, dilatометрического и т.д.).

Литература: [1], с.13-15; [2], с.5-6.; [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. 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.
4. Чем характеризуется кристаллическое строение веществ?
5. Что называют элементарной кристаллической ячейкой?
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. Как получить мелкое зерно в литом металле?

***Тема 2. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации. Полиморфные превращения в металлах.***

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.

**Методические указания**

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.

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.

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. Какие превращения называют полиморфными? Назовите металлы, обладающие полиморфизмом.
2. Изложите схему кристаллизации чистых металлов.
3. Охарактеризуйте зоны кристаллизации металлического слитка.
4. Какое условие необходимо для протекания процесса кристаллизации?
5. Когда процесс кристаллизации протекает быстрее – при небольшой, большой или очень большой степени переохлаждения?

***Тема 3. Механические свойства металлов и сплавов. Конструктивная прочность металлов и сплавов. Методы определения твердости. Свойства, определяемые при динамических испытаниях.***

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

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.

**Методические указания**

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.

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.125-144, 249-251; [2], с.68-80, 110-117; [3], с.47-123, 159-167; [5], с.24-40, 390-402; [6], с.24-29, 55-75; [7], с.69-75, 303-434; [8], с. 83-103, 177-219.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Что понимают под твердостью материала? Перечислите методы определения твердости.
2. Что называют вязкостью?
3. Что такое порог хладноломкости?
4. Каким способом надо измерять твердость листовой мягкой стали толщиной 1 мм?
5. Как связано число твердости НВ с временным сопротивлением  $\sigma_B$ ?
6. Какой образец будет иметь более высокий предел выносливости - шлифованный или полированный?
7. Перечислите механические свойства, определяемые при статических и динамических испытаниях.

### ***Тема 4. Диаграммы фазового равновесия и теория сплавов. Связь между диаграммой состояния сплавов и их свойствами.***

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.

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 5. Железо и его сплавы. Стали и чугуны. Метастабильная диаграмма состояния «Железо-цементит»***

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.

#### **Методические указания**

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: [3], с. 194-238; [2], с. 118-156; [1], с. 155-167; [5], с. 390-402; [6], с. 72-83; [7], с. 142-198; [8], с. 117-140.

#### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Дайте определение основных структурных составляющих железоуглеродистых сплавов: феррита, аустенита, цементита, перлита и ледебурита.
2. Объясните влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства стали.
3. По каким признакам классифицируют углеродистые стали?
4. Чем отличается серый чугун от белого?
5. Что называют ковким чугуном и как его получают?
6. Приведите классификацию чугунов по структуре металлической основы.
7. В чем сущность модифицирования чугунов?
8. Перечислите виды испытаний технологических свойств сплавов.
9. Чем отличаются стали, выплавленные конвертерным способом, в мартеновских и электрических печах?

#### ***Тема 6. Металлические материалы. Стали. Классификация сталей по назначению, качеству, структуре; Инструментальные стали и сплавы.***

Углеродистые и легированные стали, их классификация.

Классификация сталей по структурному составу в отожженном и нормализованном состояниях.

Стали обыкновенного качества. Качественные, высококачественные и особовысококачественные стали.

Конструкционные и инструментальные стали. Стали с особыми физическими и химическими свойствами.

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

#### **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 способы классификации сталей, их маркировку, область применения, а также требования, предъявляемые к этим сталям.

Литература: [3], с. 207-210, 213-225, 330-345, 392-459; [2], с. 253-312, 349-376; [1], с. 251-307; [6], с. 76-96; [7], с. 160-198, 303-434, 453-468; [8], с. 130-131, 184-220.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Какие углеродистые стали обыкновенного качества можно применять для конструкций и деталей машин, подвергаемых сварке или упрочняемых термической обработкой?
2. Какие стали являются низколегированными? Укажите область их применения и существующие методы упрочнения.
3. Какие требования предъявляются к улучшенным сталям?
4. Какие требования предъявляют к сталям, работающим при высоких температурах? Приведите марки жаропрочных сталей.
5. Что обозначают буквы и цифры в марках стали: Ст2, Ст3, Ст6?
6. Какие преимущества легированных сталей для режущего инструмента перед углеродистыми сталями?
7. Какие Вы знаете твердые сплавы? Где их рекомендуется применять?
8. Какие требования предъявляются к материалам для постоянных магнитов?
9. Какие стали и сплавы применяют для изготовления постоянных магнитов?
10. Какие Вы знаете магнитно-мягкие материалы?
11. Какие Вы знаете сплавы с эффектом памяти формы?
12. Какие свойства имеют аморфные сплавы? Где их применяют?

### ***Тема 7. Свойства и назначение чугунов. Классификация чугунов.***

Требования, предъявляемые к этим чугунам. Маркировка, области применения. Серый и белый чугуны. Серые литейные чугуны. Высокопрочные чугуны. Ковкие чугуны. Специальные чугуны.

#### **Методические указания**

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

Нужно усвоить способы классификации (по структуре в нормализованном состоянии и по назначению).

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, а также влияние термической обработки на свойства чугуна

Литература: [3], с. 213-225; [2], с. 253-312, 349-361; [1], с. 251-307; [6], с. 76-96; [7], с. 160-198, 303-434; [8], с. 184-217.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Какое влияние оказывает повышенное содержание углерода на механические свойства чугуна?

2. Расшифруйте следующие марки чугунов СЧ 30, ВЧ 60 и КЧ 30-6.
3. Почему прочность серого чугуна ниже прочности ковкого чугуна?

### ***Тема 8. 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.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите характерные физические и механические свойства алюминия и области его применения.
2. На какие группы делятся алюминиевые сплавы в зависимости от технологии обработки?
3. В чем сущность модифицирования алюминиевых сплавов? Объясните влияние модифицирования на структуру и свойства силуминов.
4. Какие алюминиевые сплавы относятся к деформируемым алюминиевым сплавам?
5. Какие алюминиевые сплавы относятся к литейным? В чем сущность процессов старения дуралюмина?
6. Укажите характерные свойства магния и области его применения.
7. Укажите характерные свойства магниевых сплавов, их маркировку и области применения.
8. Опишите характерные свойства титановых сплавов.
9. Опишите влияние цинка на механические и технологические свойства латуни. Укажите состав (марки), свойства и применение латуней.
10. Какую структуру имеет латунь, содержащая 20 и 40 % Zn?
11. Почему бронзы часто используют в качестве антифрикционного материала? Какую бронзу наиболее часто применяют для изготовления вкладышей подшипников скольжения?
12. Какие требования предъявляются к антифрикционным сплавам?
13. Укажите строение, преимущества и недостатки триметаллических (трехслойных) подшипников.
14. Перечислите преимущества и недостатки металлокерамических и минералокерамических твердых сплавов.

### ***Тема 9. 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 терморезистивные 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 карбоволокниты? 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?

## 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 - КСЧ, КСЧV или КСЧТ 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 чугунах 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 чугунах 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 сталях 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

а/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