

Министерство образования Российской Федерации

Владимирский государственный университет

Кафедра литейных процессов и конструкционных материалов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

и контрольные задания

по дисциплине "Материаловедение"

Составитель

Л.В. Картонова

Владимир 2003

УДК 620.22

Рецензент
Кандидат технических наук,
доцент кафедры литейных процессов и конструкционных материалов
Владимирского государственного университета
Н.А.Елгаев

Методические указания и контрольные задания по дисциплине «Материаловедение» / Владим. гос. ун-т; Сост.: Л.В.Картонова. Владимир.- 40 с.

Содержат изложение разделов дисциплины «Материаловедение», подлежащих изучению студентами машиностроительных специальностей», контрольные вопросы для самопроверки. Приведены варианты заданий для выполнения контрольной работы, включающие вопросы и задачи по основным разделам курса.

Предназначены для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений.

Библиогр.: 11 назв.

ВВЕДЕНИЕ

Ускорение развития машиностроения во многом зависит от успехов в создании и использовании эффективных и ресурсосберегающих материалов и технологий. Поэтому выпускники должны обладать достаточными знаниями для рационального выбора материала, метода его упрочнения и снижения металлоемкости изделия при одновременном достижении наиболее высокой технико-экономической эффективности. Это основная задача курса "Материаловедение".

Совершенствование производства, выпуск современных машиностроительных конструкций, машин невозможны без дальнейшего развития производства металлических сплавов, которые в настоящее время являются основными материалами машиностроения. В зависимости от назначения к сплавам предъявляются различные требования. Получение тех или иных свойств определяется внутренним строением сплавов. В свою очередь строение зависит от характера предварительной обработки. Поэтому между всеми характеристиками существуют определенные связи: между составом и строением и между строением и свойствами.

Изучение этих взаимосвязей составляет предмет дисциплины "Материаловедение", которая является первой из инженерных дисциплин, данные которой широко используются при курсовом и дипломном проектировании, а так же в практической деятельности инженеров-машиностроителей.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ЧАСТЬ I. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Строение металлов

Необходимо отчетливо представлять, что металлы имеют кристаллическое строение. Рассмотрите основные типы кристаллических решеток. Обратите внимание на то, что свойства реальных кристаллов определяются известными несовершенствами кристаллического строения. В связи с этим необходимо разобраться в видах несовершенств, и особенно в строе-

нии дислокаций (линейных несовершенств), причинах их легкого перемещения в кристаллической решетке и влиянии на механические свойства.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы характерные свойства металлов? 2. Чем определяются свойства металлов? 3. Что такое элементарная ячейка? 4. Основные кристаллические решетки металлов. 5. Что такое параметры кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число? 6. Основные дефекты кристаллического строения. 7. Каково строение краевых и винтовых дислокаций? 8. Вектор Бюргерса. 9. Что такое анизотропия? 10. Методы изучения строения металлов.

Кристаллизация

Термодинамические причины фазовых превращений являются одним из частных случаев общего закона природы: стремление любой системы занять более устойчивое положение, то есть к состоянию с наименьшим запасом свободной энергии. Разберитесь в теоретических основах процесса кристаллизации, который может быть рассмотрен как протекание двух элементарных процессов: зарождения и роста кристаллов. Обратите внимание на определяющее влияние степени переохлаждения. Установите взаимосвязь между величиной зерна, скоростью зарождения, скоростью роста кристаллов и степенью переохлаждения.

При изучении процесса кристаллизации необходимо иметь в виду решающее значение реальной среды в формировании структуры литого металла, а так же на возможность искусственного воздействия на строение металлов (модифицированием).

Вопросы для самопроверки

1. Агрегатные состояния веществ. 2. Термодинамические условия фазового превращения. 3. В чем физическая сущность процесса кристаллизации? 4. Каковы параметры процесса кристаллизации? 5. Что такое переохлаждение? 6. Что такое кривая охлаждения? 7. Почему на кривой охлаждения наблюдается горизонтальный участок? 8. Как влияет степень переохлаждения на число центров кристаллизации, скорость роста кристаллов и размер зерна? 9. Образование дендритной структуры. 10. Влияние реальной среды на процесс кристаллизации. 11. Строение кристаллического слитка. 12. Полиморфизм. 13. В чем сущность модифицирования?

Пластическая деформация и механические свойства металлов

Рассмотрите виды напряжений, а также физическую природу деформации. Особое внимание уделите механизму пластической деформации, ее влиянию на плотность дислокаций, на субмикро- и микроструктуру, на свойства. Изучите физическую природу разрушения, рассмотрите сущность наклепа и его использование на практике.

Изучите методы определения механических свойств и физический смысл определяемых при этом характеристик. Обратите внимание на методы определения твердости металлов: методы вдавливания (Бринелля, Роквелла, Виккерса, микротвердости), методы царапания (метод Мооса), методы определения твердости по отскоку наконечника (метод Шора). Обратите внимание на важность испытания образцов с надрезами, позволяющими приблизить условия испытаний к условиям эксплуатации материала.

Вопросы для самопроверки

1. Виды напряжений. 2. Сущность упругой и пластической деформации. 3. Влияние степени деформации на свойства материалов. 4. Как изменяется плотность дислокации при пластической деформации? 5. Сущность наклепа. 6. Практическое использование наклепа. 7. Основные методы определения механических свойств. 8. Что такое твердость?. 9. Основные методы определения твердости. 10. Физическая природа разрушения. 11. Что такое ударная вязкость? 12. Что такое порог хладноломкости?

Влияние нагрева на строение и свойства деформированного металла (рекристаллизационные процессы)

Изучите сущность рекристаллизационных процессов: возврата, полигонизации, первичной рекристаллизации, собирательной рекристаллизации, протекающих при нагреве деформированного металла. Необходимо знать, как изменяются при этом структура, а так же физические и механические свойства. Уметь назначить режим рекристаллизационного отжига. Иметь четкое представление об его практическом использовании. Уяснить различие между холодной и горячей пластической деформациями.

Вопросы для самопроверки

1. Как изменяются физические и механические свойства при нагреве деформированного тела? 2. Сущность процесса возврата. 3. Что такое полигонизация? 4. В чем сущность процессов первичной и собирательной

рекристаллизации? 5. Механизмы роста зерна. 6. От чего зависит температура рекристаллизации? 7. Как влияет состав сплава на температуру рекристаллизации? 8. Что такое критическая степень деформации? 9. Как осуществляется рекристаллический отжиг? 10. Назначение рекристаллизационного отжига. 11. В чем различие между холодной и горячей пластической деформациями? 12. Что такое холодная обработка давлением? 13. Что такое горячая обработка давлением?

Теория сплавов

Необходимо иметь четкое представление о строении сплавов в твердом состоянии. Уяснить, что такое механическая смесь, твердый раствор (внедрения и замещения), химическое соединение. Наглядное представление о состоянии сплава в зависимости от его состава (концентрации) и температуре дают диаграммы состояния. Уметь определять число степеней свободы по правилу фаз (закон Гиббса). Необходимо усвоить методику построения диаграмм состояния.

Изучить основные виды диаграмм состояния. Уметь применять правило отрезков (для определения доли каждой фазы в сплаве). С помощью правила Курнакова уметь устанавливать связь между составом, строением и свойствами сплава.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое компонент, число степеней свободы, фаза, физико-химическая система? 2. Параметры системы. 3. Правило фаз. 4. Что такое диаграмма состояния? 5. Построение диаграмм состояния. 6. Что такое механическая смесь? 7. Что представляют собой твердые растворы внедрения и замещения? 8. Что такое химическое соединение? 9. Что представляют собой электронные соединения? 10. Как определяется электронная концентрация? 11. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии. 12. Начертите и проанализируйте диаграмму для случая полной растворимости. 13. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая с ограниченной растворимостью. 14. Как определяются концентрация фаз и их количественное соотношение? 15. В чем различие между эвтектическим и эвтектоидным превращениями? 16. Особенности перитектического превращения. 17. Правило Курнакова.

Железо и его сплавы

Рассмотрите полиморфизм железа. Рассмотрите диаграмму железо-цементит, изучив все фазы и структурные составляющие этой системы. Необходимо уяснить, что такое феррит, аустенит, перлит, цементит и ледебурит, и изучить основные превращения, происходящие в сплавах при температурах A_1 , A_3 и $A_{ст}$, уметь построить с помощью правила фаз кривые охлаждения (или нагрева) для любого сплава; четко разбираться в классификации железоуглеродистых сплавов и уяснить, что различие между тремя классами (технического железа, сталь, чугун) не является формальным (по содержанию углерода). Разные классы сплавов принципиально различны по структуре и свойствам. Необходимо знать, что технические железоуглеродистые сплавы состоят не только из железа и углерода, но обязательно содержат постоянные примеси, попадающие в сплав в результате предыдущих операций при выплавке.

Разберите диаграмму железо - графит, которая по графическому начертанию почти не отличается от диаграммы железо-цементит, что облегчает запоминание. Количественные изменения в положении линий диаграммы касаются смещения эвтектической и эвтектоидной линий. Качественное изменение заключается в замене в структуре во всех случаях цементита графитом.

Уясните влияние углерода на свойства стали, обратите внимание на то, что не производят стали с содержанием углерода более 1,3%, в виду их высокой хрупкости. Изучите влияние постоянных примесей на свойства стали. Рассмотрите классификацию углеродистых сталей, обратите внимание на содержание серы и фосфора (0,08-0,3%) в автоматных сталях (для улучшения обрабатываемости стали).

Уясните влияние постоянных примесей на строение чугуна. Обратите внимание на то, что углерод в чугунах может быть расположен в связанном виде - в виде цементита (белый чугун) и в свободном состоянии - в виде графита (серый, ковкий и высокопрочный чугуны), а свойства чугунов находятся в прямой зависимости от формы графитовых включений. Разберитесь в различии металлической основы серых чугунов разных классов. Запомните основные механические свойства и назначение чугунов разных классов, и их маркировку. Обратите внимание на способы получения ковких и высокопрочных чугунов. Изучите физическую сущность графитизации.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните явление полиморфизма применительно к железу. 2. Что такое феррит, аустенит, перлит, цементит и ледебурит? 3. Назовите их меха-

нические характеристики. 4. Объясните различие между техническим железом и чугуном. 5. Какие превращения происходят в сплавах при температурах A_1 , A_3 , и $A_{ст}$? 6. Постройте с помощью правила фаз кривую охлаждения для стали с 0,8 % С и для чугуна с 4,3 % С. 7. Каковы структуры и свойства технического железа, стали и белого чугуна? 8. Как классифицируют по структуре стали и белые чугуны? 9. В каких условиях выделяется первичный, вторичный и третичный цементит? 10. Что такое ледебурит? 11. Чем отличается строение ледебурита при комнатной температуре и при температуре 750°C ? 12. Какие легирующие элементы способствуют графитизации? 13. Какие легирующие элементы препятствуют графитизации? 14. В чем отличие белого чугуна от серого чугуна? 15. Сравните по структуре и механическим свойствам серый, ковкий и высокопрочный чугуны. Как влияют форма графита на свойства чугуна? 16. Классификация и маркировка серых чугунов. 17. Как маркируется ковкий чугун? 18. Как получают ковкий чугун? Строение, свойства и назначение ковкого чугуна. 19. Как получают высокопрочный чугун? Строение, свойства и назначение ковкого чугуна.

Теория термической обработки стали

Теория и практика термической обработки стали - главные вопросы металловедения. Термическая обработка - это один из главных способов влияния на строение, а следовательно, и на свойства сплавов.

Рассмотрите классификацию видов термической обработки. Особое внимание уделите четырем основным превращениям: перлита в аустенит, аустенита в перлит, аустенита в мартенсит, мартенсита в феррито-карбидную смесь (превращение при отпуске). Изучите превращения переохлажденного аустенита, разберите диаграмму изотермического распада, устанавливающую связь между температурными условиями превращения, интенсивность распада и строением продуктов распада. Обратите внимание на то, что перлит, сорбит, троостит имеют одну природу (это феррито-цементитная смесь). Разберитесь в механике и особенностях перлитного, промежуточного (бейнитного) и мартенситного превращений, происходящих соответственно в верхней, средней и нижней температурных областях. Уясните строение и свойства перлита, сорбита, троостита, бейнита, мартенсита, разберитесь в различиях и сходстве одноименных структур, получаемых при распаде аустенита и отпуске закаленной стали.

Изучите влияние легирующих элементов на кинематику и характер превращения аустенита в перлитной, промежуточной и мартенситной областях, а также влияние легирующих элементов на превращение при отпуске.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните механизм образования аустенита. 2. Что такое: начальное зерно, наследственное зерно и действительное зерно? 3. Сравните наследственно мелкозернистую и наследственно крупнозернистую структуры. 4. Какие факторы сдерживают рост зерна аустенита? 5. Каковы механизмы и температурные области образования структур перлитного типа (перлита, сорбита, троостита)? 6. Чем отличаются перлит, сорбит, троостит? 7. Поясните механизм промежуточного (бейнитного) превращения. 8. Сравните верхний и нижний бейнит. 9. Что такое мартенсит? 10. Сущность и особенности мартенситного превращения. 11. Сущность превращений при отпуске. 12. Как изменяются структура и свойства стали в связи с коагуляцией карбидной фазы при отпуске? 13. Чем отличаются отпускные структуры от одноименных структур, образующихся при распаде переохлажденного аустенита? 14. Как влияют легирующие элементы на перлитное превращение? 15. Как протекает промежуточное превращение в легированных сталях? 16. Как влияют легирующие элементы на мартенситное превращение? 17. Как влияют легирующие элементы на превращения при отпуске? 18. Сущность явления отпускной хрупкости. Устранение отпускной хрупкости второго рода.

Практика термической обработки

Изучите влияние скорости охлаждения на свойства стали, уясните сущность процессов отжига, нормализации, закалки, обработки холодом, отпуска. Обратите особое внимание на разновидности режимов термической обработки и их назначения, а также на химическое действие нагревающей среды. Рассмотрите различные закалочные среды и их характеристики.

Уясните различие между закаливаемостью и прокаливаемостью стали, а также факторы, влияющие на эти характеристики. Обратите внимание, что главное назначение легирования является в увеличении прокаливаемости (критического диаметра прокаливаемости).

Различные виды поверхностной закалки позволяют получить особое сочетание свойств поверхностного слоя и сердцевины, что приводит к повышению эксплуатационных характеристик деталей. При рассмотрении индукционной закалки уясните связь между глубиной проникновения и частотой тока. Изучите поверхностную закалку с газопламенным нагревом и при нагреве лазером, рассмотрите недостатки и преимущества лазерного нагрева.

Уясните сущность способа получения высокопрочных деталей - термомеханической обработке.

Изучите дефекты, возникающие при закалке, и причины их возникновения.

Вопросы для самопроверки

1. Виды основных процессов термической обработки. 2. Какие разновидности процессов отжига вы знаете, их назначение? 3. Какие разновидности закалки вы знаете, их назначение. 4. Обработка холодом. 5. Виды отпусков, их назначение. 6. Дайте определение закаливанию. 7. Дайте определение прокаливаемости. Какие факторы влияют на прокаливаемость? 8. Какие охлаждающие среды вы знаете? 9. Сущность и особенности поверхностной закалки. 10. Как влияет поверхностная закалка на эксплуатационные характеристики изделия? 11. Каким образом регулируется глубина закаленного слоя при нагреве токами высокой частоты? 12. Каковы преимущества поверхностной индукционной закалки? 13. Как проводят поверхностную закалку крупных изделий? 14. Охарактеризуйте недостатки и преимущества поверхностной закалки при нагреве лазером. 15. Сущность и особенности термомеханической обработки. 16. Сравните низкотемпературную и высокотемпературную термомеханические обработки. 17. Какие дефекты возникают при термической обработке стали? 18. Приведите примеры технологических приемов уменьшения деформации при термической обработке.

Химико-термическая обработка стали и поверхностное упрочнение наклепом

Процесс химико-термической обработки состоит из выделения атомарного насыщающего вещества внешней средой, адсорбции этих атомов поверхностью металла и диффузии их внутрь металла. В большинстве случаев насыщение может происходить из твердой, жидкой и газообразной сред. Следовательно, нужно знать наиболее удачные варианты насыщения для каждого метода химико-термической обработки и конечные результаты (поверхностное упрочнение и изменение физико-химических свойств).

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

Рассмотрите сущность и назначение дробеструйного и центробежно-шарикового поверхностного наклепа и его влияния на эксплуатационные свойства деталей машин.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются физические основы химико-термической обработки? 2. Сущность процесса цементации. 3. Цементация в твердом карбюризаторе. 4. Газовая цементация. 5. Назначение и режим термической обработки после цементации. 6. Сущность процесса нитроцементации. 7. Сущность процесса азотирования. 8. Каковы свойства цементованных, нитроцементованных и азотированных изделий? 9. Сущность и назначение процесса цианирования. 10. Сущность и назначения борирования. 11. Сущность и назначения процесса силицирования. 12. Для каких целей проводят диффузионное насыщение металлами? 13. Сущность и назначение процесса алитирования. 14. Сущность и назначение процесса хромирования. 15. Как изменяются свойства изделий при дробеструйной обработке? 16. Как изменяются свойства изделий при центробежно-шариковом наклепе? 17. Какова природа этих изменений? 18. Как влияет поверхностное упрочнение на эксплуатационные характеристики изделий?

Конструкционные стали и сплавы

Рассмотрите углеродистые конструкционные стали (обыкновенного качества, качественные, высококачественные и автоматные). Уясните способы классификации (по структуре в нормализованном состоянии и по назначению).

Разберитесь во влиянии легирующих элементов на изменение структуры и свойства стали и классификации легированных сталей по назначению. Уясните основные принципы выбора для различного назначения цементуемых, улучшаемых, высокопрочных, шариково-подшипных, ресорно-пружинных, износостойких, нержавеющей, жаропрочных и других сталей. При изучении конструкционных легированных сталей обратите особое внимание на технологические особенности термической обработки легированных сталей различных групп.

При изучении жаропрочных сталей особое внимание уделите на особенности поведения металла в условиях нагружения при повышенных температурах. Изучите сущность явления ползучести и основные характеристики жаропрочности (предел длительной прочности, предел ползучести).

Уясните принципы маркировки стали, научитесь по маркировке определять состав и особенности данной стали. В качестве примера возьмите две-три марки стали каждой группы, расшифруйте состав, назначьте режим термической обработки, опишите структуру, свойства и область применения.

Вопросы для самопроверки

1. Как классифицируются углеродистые стали по структуре в равновесном состоянии? 2. Какие требования предъявляются к сталям обыкновенного качества? 3. Какие требования предъявляются к качественным сталям? 4. Какие требования предъявляются к высококачественным сталям? 5. Какие требования предъявляются к автоматным сталям? 6. Как влияют легирующие элементы на свойства сталей? 7. Как классифицируются легированные стали по назначению? 8. Как классифицируются конструкционные стали по технологии термической обработки? 9. Какие требования предъявляются к цементируемым сталям? 10. Чем определяется выбор марки цементируемой стали для изделий различного назначения? 11. Какова термическая обработка цементируемых деталей? 12. Какие требования предъявляются к улучшаемым сталям? 13. Как влияет степень легирования на механические свойства улучшаемых сталей? 14. Какова термическая обработка улучшаемых сталей? 15. Чем определяется выбор марки улучшаемой стали для изделий различного назначения? 16. Какие требования предъявляются к высокопрочным сталям? 17. Каковы особенности мартенситностареющих сталей? 18. Каковы особенности высокопрочных сталей с высокой пластичностью (ТРИП- или ПНП-сталей)? 19. Какие требования предъявляются к шарикоподшипным сталям? 20. Термическая обработка шарикоподшипных сталей? 21. Какие требования предъявляются к рессорно-пружинным сталям? Приведите примеры марок стали для рессор и пружин, работающих в различных условиях? 22. Какие требования предъявляются к износостойким сталям? Термическая обработка износостойких сталей. 23. Какие требования предъявляются к нержавеющей сталям? 24. Сущность электрохимической коррозии. 25. Назовите марки хромистых нержавеющей сталей. Укажите их состав, свойства и термическую обработку, и назначение. 26. Назовите марки хромоникелевых нержавеющей сталей. Укажите их состав, свойства и термическую обработку, и назначение. 27. Какие требования предъявляют к жаропрочным сталям? 28. Что такое окалиностойкость? 29. В чем сущность явления ползучести? 30. Объясните физический смысл предела ползучести и предела длительной прочности. 31. Какими способами можно повысить жаропрочность стали? 32. Приведите примеры жаропрочных сталей перлитного, аустенитного и мартенситного классов. Укажите их состав, свойства и тер-

мическую обработку, и назначение. 33. Перечислите дефекты легированных сталей. 34. Расшифруйте химический состав стали марок: 60, 18ХГТ, 60С2, ШХ9, Г13, 12Х2Н4А, 5ХНМ, 40ХНМ, 12Х189Н9Т, 4Х14Н14В2М. 35. Какие требования предъявляются к строительным сталям? 36. Что такое арматурные стали?

Инструментальные стали

Изучите классификацию инструментальных сталей в зависимости от применения инструмента, рассмотрите основные эксплуатационные свойства инструмента каждой группы. Особое внимание уделите быстрорежущим сталям и особенности их термической обработки. Уясните, что для устранения остаточного аустенита после закалки проводят трехкратный высокий отпуск или обработку холодом. Рассмотрите твердые сплавы и их особенности.

Обратите внимание на условия работы штампов для деформирования металла в холодном и горячем состояниях, так как от этого зависит выбор марки стали и последующей термической обработки.

Усвойте принципы маркировки инструментальных сталей, научитесь по маркировке определять состав и особенности данной стали. В качестве примера возьмите две-три марки стали каждой группы, расшифруйте состав, назначьте режим термической обработки, опишите структуру, свойства и область применения.

Вопросы для самопроверки

1. Как классифицируются инструментальные стали? 2. Какие требования предъявляются для режущего инструмента? Приведите примеры углеродистых и легированных сталей, используемых для режущего инструмента. 3. Какие требования предъявляются к быстрорежущим сталям? 4. В чем сущность красностойкости? 5. Термическая обработка быстрорежущих сталей. 6. Какие требования предъявляются к штамповым сталям для деформирования металла в холодном состоянии? 7. Какие требования предъявляются к штамповым сталям для деформирования металла в горячем состоянии? 8. Что такое твердые сплавы? 9. Приведите примеры вольфрамовых, титановольфрамовых и титанотанталовольфрамовых твердых сплавов. 10. Какие требования предъявляются к сталям для измерительного инструмента? Укажите их состав, структуру, свойства, термическую обработку

Специальные сплавы

В данном разделе изучают стали, обладающие особыми физическими свойствами: с особыми магнитными свойствами, с особыми электрическими свойствами, с особенностями теплового расширения, а так же тугоплавкие металлы и их сплавы.

Рассмотрите требования, предъявляемые к каждой группе сплавов, и их назначение. Укажите две-три марки стали каждой группы, опишите состав, рассмотрите возможную упрочняющую обработку, изучите происходящие при этом структурные превращения, охарактеризуйте получаемую структуру и свойства.

Вопросы для самопроверки

1. Как классифицируются магнитные стали и сплавы? 2. Какие требования предъявляются к магнитотвердым материалам? Укажите их состав, свойства и назначение. 3. Какие требования предъявляются к магнитомягким материалам? Укажите их состав, свойства и назначение. 4. Приведите примеры немагнитных материалов. Укажите их состав, свойства и назначение. 5. Какие требования предъявляются к электротехническим сталям и сплавам? Укажите их состав, свойства и назначение. 6. Приведите примеры сплавов с особыми тепловыми свойствами. Укажите их состав, свойства и назначение. 7. Приведите примеры сплавов с особыми упругими свойствами. Укажите их состав, свойства и назначение. 8. Приведите примеры тугоплавких металлов и сплавов. Укажите их состав, структуру, возможную термическую обработку, свойства и назначение. 9. Что представляют собой металлические стекла, аморфные тела? 10. Получение аморфных сплавов.

Титан и его сплавы

Обратите внимание на основные преимущества титановых сплавов, связанные с их высокой прочностью. Рассмотрите влияние легирования на полиморфные превращения. Уясните термическую обработку титановых сплавов.

Рассмотрите классификацию титановых сплавов.

Вопросы для самопроверки

1. Свойства и применение титана. 2. Как влияют легирующие элементы на полиморфные превращения титана? 3. Какие легирующие элементы являются α - стабилизаторами? 4. Какие легирующие элементы являются β -стабилизаторами? 5. Назовите нейтральные для полиморфного

стабилизаторами? 5. Назовите нейтральные для полиморфного превращения элементы. 6. Упрочнение титановых сплавов в результате термической обработке.

Медь и ее сплавы

Изучите классификацию медных сплавов и уясните маркировку, состав, структуру, свойства и область применения разных групп медных сплавов.

Вопросы для самопроверки

1. Влияние примесей на свойства чистой меди. 2. Как классифицируются медные сплавы? 3. Какие сплавы относятся к латуням? Их маркировка и состав. 4. Область применения латуней. 5. Назовите структуру, состав, свойства и область применения свинцовистой, бериллиевой, кадмиевой, алюминиевой бронз. 6. Приведите примеры медно-никелевых сплавов. Их состав и область применения. 7. Объясните механизм упрочнения бериллиевой бронзы в результате термической обработки.

Алюминий, магний и их сплавы

Обратите внимание на основные преимущества алюминиевых и магниевых сплавов, связанных с их высокой удельной прочностью. Рассмотрите классификацию алюминиевых сплавов и обоснуйте технологический способ изготовления изделий из сплавов каждой группы. Разберитесь в основах теории термической обработке алюминиевых деформируемых сплавов. Уясните, что дуралюмин после закалки становится мягким и пластичным (разупрочняется), а упрочнение дуралюмина достигается старением (естественным и искусственным).

Рассмотрите классификацию магниевых сплавов. Разберитесь с их возможной термической обработкой.

Обоснуйте выбор способа упрочнения деформируемых и литейных сплавов.

Вопросы для самопроверки

1. Свойства и область применения алюминия. 2. Как классифицируются алюминиевые сплавы? 3. Назовите литейные алюминиевые сплавы. Приведите примеры их марки, состав, обработку, свойства. 4. Назначение модифицирования силуминов. 5. Сравните структуру и свойства сплава АЛ2 до и после модифицирования. 6. Какие алюминиевые сплавы относятся к

деформируемым? 7. Какие сплавы упрочняются путем термической обработки? 8. В чем сущность старения? 9. Сравните результаты естественного и искусственного старения дуралюмина. 10. Назовите жаропрочные алюминиевые сплавы. Укажите предельные рабочие температуры, их использование. 11. Свойства и применение магния. 12. Как классифицируются магниевые сплавы? 13. Назовите марки, состав, обработку, свойства и назначение различных сплавов на основе магния.

ЧАСТЬ II. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Полимерные материалы

При изучении неметаллических материалов необходимо прежде всего усвоить, что в основе неметаллических материалов лежат полимеры. Обратите внимание на особенности строения полимеров, которые определяют их механические и физико-механические свойства. Рассмотрите классификацию полимеров с учетом особенностей их состава и области применения.

Рассматривая пластические массы, необходимо понять, что это искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связывающих веществ, которые являются обязательными компонентами пластмасс.

Вопросы для самопроверки

1. Что лежит в основе классификации полимеров? 2. Особенности свойств полимеров. 3. Какие вы знаете наполнители пластмасс? 4. С какой целью вводят отвердители пластмассы? 5. В чем преимущества пластмасс по сравнению с металлическими материалами? 6. Перечислите недостатки пластмасс. 7. Охарактеризуйте свойства и область применения термопластических пластмасс. 8. Охарактеризуйте свойства и область применения термореактивных пластмасс.

Композиционные материалы

При изучении композиционного материала обратите внимание на принципиальное отличие композиционного материала, заключающееся в сочетании разнородных материалов с четкой границей раздела между ни-

ми. В связи с тем, что композит обладает свойствами, которыми не может обладать ни один из его компонентов по отдельности, такие материалы становятся весьма перспективными в различных областях техники. Изучите свойства композитов в зависимости от вида матрицы и формы, размеров и взаимного расположения наполнителя. Уясните возможность применения композитов в качестве жаропрочных материалов и способы повышения их жаропрочности.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой композиционный материал? 2. Классификация композитов в зависимости от формы и размеров матрицы. 3. Классификация композитов по виду матрицы. 4. От чего зависят механические свойства композитов? 5. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы. 6. Волокнистые композиционные материалы. 7. Композиционные материалы на неметаллической основе. 8. Композиционные материалы на металлической основе. 9. Гибридные композиционные материалы. 10. Какие композиционные материалы используются для работы при высоких температурах?

Резиновые материалы

Необходимо представлять, что технический материал резина отличается от других материалов высокими эластичными свойствами, что связано со свойствами самой резины - каучука. Изучите состав, способы получения резины и влияния различных добавок на ее свойства. Рассмотрите влияние порошковых и органических наполнителей на свойства резины, изучите физико-механические свойства и область применения резин различных марок.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой резина? 2. Состав и классификация резин. 3. Назначение отдельных компонентов (ингредиентов). 4. В чем сущность процесса вулканизации; как изменяются свойства резины после вулканизации? 5. Опишите состав, свойства и применение резин общего назначения. 6. Опишите состав, свойства и применение резин специального назначения. 7. Как изменяются свойства резин под действием температуры? 8. В чем сущность процессов старения резины? 9. Какими способами защищают резину и резиновые изделия от старения? 10. Укажите эксплуатационную стойкость резин.

Неорганические материалы

К неорганическим полимерным материалам относятся минеральное стекло, ситаллы, керамика и другие. Поскольку большинство неорганических материалов содержит различные соединения кремния с другими элементами, эти материалы получили общее название силикатных материалов. Обратите внимание на внутреннее строение неорганического стекла. Уясните сущность стеклообразного состояния, как разновидности аморфного состояния вещества. Изучите изменение свойств стекла в зависимости от состава. Рассмотрите стеклокристаллические материалы (ситаллы) и их отличие от стекла минерального, изучите причины образования кристаллической структуры ситаллов.

Изучите химический и фазовый состав технической керамики, ее свойства и области применения.

Вопросы для самопроверки

1. Опишите неорганическое техническое стекло, назовите его состав, разновидности, свойства и применение. 2. Какими способами повышают качество стекла? 3. Что такое ситаллы, укажите способы их получения, разновидности, свойства и применение? 4. Что представляет собой техническая керамика, ее разновидности? 5. Назовите представителей керамики на основе чистых оксидов. Дайте сравнительную оценку свойств.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Задание на контрольную работу выдаются индивидуально каждому студенту. Задание включает вопросы и задачи по основным разделам курса.

Для выполнения контрольной работы необходимо изучить разделы курса "Материаловедение"; уяснить методику выбора и назначения сталей для изготовления конкретных деталей машин и различного инструмента. Необходимо научиться пользоваться рекомендуемой литературой и различными справочными изданиями, с тем, чтобы в дальнейшем уметь правильно выбрать материал при курсовом и дипломном проектировании.

ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Вариант № 1

1. Начертите объемноцентрированную кубическую решетку, определите координационное число и плотность упаковки.

2. Сущность наклепа, его практическое использование.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,2 % С. Выберите любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах.

4. При проведении термической обработки вала, изготовленного из стали 40Х, была выполнена закалка с 760 °С. Правильно ли была выбрана температура закалки? Обоснуйте свое решение. Какова структура вала после данной термообработки.

5. Подберите сталь для изготовления пружины. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, микроструктуру и свойства до и после термической обработки. Каким образом можно повысить усталостную прочность пружины?

6. Для изготовления коробки скоростей выбрана сталь 18ХГТ: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе по назначению относится данная сталь; б) назначьте и обоснуйте режимы термической обработки; в) объясните влияние легирующих элементов на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки; г) опишите структуры и свойства стали после термообработки.

7. Для изготовления деталей, применяемых в судостроении, выбран сплав БрАМц10-2: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву. Преимущества и недостатки данного сплава.

Вариант № 2

1. Постройте кривую нагрева для меди (с применением правила фаз).

2. Что такое критическая степень деформации?

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,9 % С. Для заданно-

го сплава определите процентное содержание углерода в фазах и соотношение фаз при температуре 740 °С.

4. Объясните причины возникновения напряжений при закалке. Какие дефекты могут возникнуть при этом? Каким образом можно предотвратить образование закалочных трещин?

5. Подберите сталь для изготовления напильника. Опишите исходную микроструктуру и механические свойства, назначьте и обоснуйте режимы термической обработки, опишите сущность происходящих при этом явлений, микроструктуру и свойства после термообработки.

6. Для изготовления молотого штампа была выбрана сталь 5ХНМ: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе по назначению относится данная сталь; б) назначьте и обоснуйте режимы термической обработки; в) объясните влияние легирующих элементов на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки; г) опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

7. В качестве материала для подшипников скольжения выбран сплав Б83: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе по назначению относится данный сплав; б) опишите микроструктуру и свойства сплава.

Вариант № 3

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки серебра (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Опишите механизмы упругой и пластической деформации.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,5 % С. Для заданного сплава при температуре 1200 °С определите соотношение фаз.

4. В процессе горячейковки стальная деталь хрупко разрушилась. В чем возможная причина разрушения? Как предотвратить этот вид брака?

5. Подберите марку стали для изготовления прессформы для прессования пластмассы, выделяющей химически активные пары. Назначьте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства стали до и после термической обработки.

6. Для массового изготовления винтов, используемых в качестве крепежных деталей, выбрана сталь А20: а) расшифруйте состав и определите к какой группе по назначению относится данная сталь; б) какой обработке подвергается данная сталь, обоснуйте свое решение; в) опишите структуру и свойства стали.

7. В качестве материала для изготовления мембран выбран сплав БрБ2: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) назначьте термическую обработку; в) опишите микроструктуру и свойства сплава.

Вариант № 4

1. Как влияет степень переохлаждения на число центров кристаллизации, скорость роста кристаллов и размеры зерна?

2. Опишите влияние нагрева на строение и свойства деформированного металла.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагрева в интервале температур от 0 до 1600 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,6 % С. Для данного сплава определите процентное содержание углерода в фазах и количественное соотношение фаз при температуре 740 °С.

4. Опишите механизмы бейнитного превращения. Сравните микроструктуру верхнего и нижнего бейнитов.

5. Подобрать сталь для изготовления разверток. Опишите исходную микроструктуру и свойства сплава, назначьте термическую обработку, опишите сущность происходящих превращений и влияние легирования на превращения на всех этапах термической обработки данной стали, структуру и свойства после термообработки.

6. Для изготовления деталей, работающих в агрессивной среде выбрана сталь 08X18H10T: а) расшифруйте состав и определите к какой группе по назначению относится данная сталь; б) назначьте режим термической обработки, обоснуйте свой выбор, объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; в) опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

7. Для изготовления деталей в авиастроении используется сплав МЛ5: а) расшифруйте состав сплава; б) укажите способ изготовления деталей из данного сплава; в) укажите возможную термообработку; г) опишите механические свойства сплава.

Вариант № 5

1. Нарисуйте строение литого кристаллического слитка. Опишите влияние реальной среды на форму кристаллов.

2. Объясните сущность процесса полигонизации. Рассчитайте температуру рекристаллизации для меди технической чистоты.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,1 % С. Выберите любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз и количественное соотношение фаз.

4. Детали машин из стали 40 закалены: одни - с температуры 760 °С, другие - с температуры 840 °С. Укажите правильный режим закалки, используя диаграмму железо-цементит. Какие из данных деталей имеют более высокую твердость и лучшие эксплуатационные характеристики. Предложите вид отпуска применимый для данной стали.

5. Подобрать сталь для изготовления подшипников качения (шариков, роликов и др. деталей). Назначьте термическую обработку, опишите сущность происходящих при этом явлений, микроструктуру и свойства после термообработки.

6. Для изготовления деталей высокой прочности используется мартенситно-стареющая сталь H18K12M5T: а) расшифруйте состав и определите к какой группе по назначению относится данная сталь; б) назначьте режим термической обработки, обоснуйте свой выбор; в) опишите сущность превращений, происходящих в процессе обработки; г) опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

7. Для изготовления ряда деталей самолета выбран сплав Д16. Опишите состав сплава, режим упрочняющей термической обработки и получаемую микроструктуру. Опишите процессы, протекающие при термообработке и преимущества сплава Д16 по сравнению с Д12.

Вариант № 6

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки (параметры, координационное число, плотность упаковки) для гранцентрированного кубической ориентации.

2. Для чего применяется отжиг в процессе изготовления холоднокатаной стальной ленты? Как называется такой вид отжига?

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагрева в интервале температур от 0 до 1600 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 5,1 % С. Для заданного

сплава определите процентное содержание углерода в фазах и количественное соотношение фаз при температуре 1200 °С.

4. Стальной рычаг у экскаватора сломался в морозную погоду. В чем может быть причина поломки? Как ее устранить?

5. Подберите сталь для изготовления машинных метчиков. Назначьте и обоснуйте режимы термической обработки. Приведите химический состав стали и получаемую микроструктуру.

6. Для изготовления деталей, работающих в слабо агрессивных средах (водные растворы солей, слабые растворы кислот и т.п.) выбрана сталь 12Х13Н9Т: а) расшифруйте состав и определите к какой группе по назначению относится данная сталь; б) объясните физическую природу коррозионной устойчивости стали и роль каждого легирующего элемента; в) назначьте режим термической обработки, обоснуйте свой выбор; г) опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

7. Кратко изложите основы термической обработки алюминиевых сплавов в применении к промышленному сплаву дюралюмин. Укажите состав упрочняющих фаз, образующихся при старении дюралюмина. Сравните результаты, получаемые после естественного и искусственного старения, отметив преимущества и недостатки каждого из этих обработок.

Вариант № 7

1. Опишите условия получения мелкозернистой структуры при самопроизвольно развивающейся кристаллизации.

2. Опишите точечные несовершенства кристаллического строения. Что такое дислокации и к какому виду несовершенств они относятся? Объясните их влияние на свойства металла.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,03 % С. Для данного сплава определите процентное содержание углерода в фазах и соотношение фаз при температуре 750 °С.

4. Метчики из стали У10А закалены: одни - с температуры 760 °С, другие - с температуры 840 °С. Используя диаграмму железо-цементит, укажите правильный режим закалки. Какой из этих инструментов будет иметь более высокую твердость и износостойкость, а соответственно лучшие эксплуатационные характеристики предложите вид отпуска для данной стали.

5. Подобрать сталь для изготовления рессоры. Опишите химический состав стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, опи-

шите сущность происходящих при этом явлений, микроструктуру и свойства после термообработки. Обратите внимание к какому виду отпуска подвергается данная сталь для обеспечения высоких упругих характеристик.

6. Для изготовления мерной ленты, не меняющей своей длины при изменении температуры, выбран сплав НЗ6 (инвар): а) расшифруйте состав и определите к какой группе относится данный сплав; б) опишите влияние никеля на свойства сплава; в) опишите свойства данного сплава. Каким образом в случае необходимости можно стабилизировать размеры деталей, изготовленных из инвара. Сравните сплавы НЗ6 и НЗ1К6 по свойствам и стоимости.

7. Для обшивки самолетов используется сплав ВТ6. Приведите химический состав сплава, режим упрочняющей термической обработки и получаемую при этом структуру. Опишите процессы протекающие при термической обработке.

Вариант № 8

1. Как влияет скорость охлаждения на строение кристаллизующегося металла?

2. Что такое твердость? Какие методы измерения твердости основаны на вдавливании индентора в испытуемый образец? Кратко опишите их.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,4 % С. Для заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах при температуре 950 °С.

4. В результате термической обработки некоторые детали машин должны иметь твердый износоустойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Какой обработкой можно достичь данного результата? Опишите данную обработку.

5. Подберите сталь для изготовления тяжелонагруженного вала диаметром 40 мм. Назначьте и обоснуйте режимы термической обработки, опишите сущность происходящих при этом явлений, микроструктуру и свойства после термообработки.

6. Для изготовления матриц штампов холодной штамповки выбрана сталь Х12М: а) расшифруйте состав и определите к какой группе по назначению относится данная сталь; б) назначьте режим термической обработки, приведите подробное его обоснование; в) поясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки

этой стали; г) опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

7. Назначьте марку алюминиевой бронзы для изготовления мелких ответственных деталей, например втулок: а) расшифруйте состав и укажите ее механические свойства сплава; б) опишите структуру сплава и возможную термическую обработку.

Вариант № 9

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки магния (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Что такое температура порога рекристаллизации? Как она определяется? Определите температуру рекристаллизации для свинца.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагрева в интервале температур от 0 до 1600 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,4 % С. Определите количественное соотношение фаз при температуре 760 °С.

4. Сталь 60 подвергалась закалке с температуры 760 °С и 840 °С. Опишите превращения, происходящие при данных режимах закалки. Укажите, какие образуются структуры, и объясните причины получения этих структур. Какой режим закалки следует применить к данной стали? Какой вид отпуска следует рекомендовать для получения высоких упругих характеристик?

Подберите сталь для изготовления хирургического инструмента. Опишите исходную микроструктуру и свойства стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства после термообработки.

7. Для изготовления сверл высокой производительности выбрана быстрорежущая сталь Р9М4К8: а) расшифруйте состав; б) назначьте режим термической обработки, приведите его обоснование; в) поясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; г) опишите структуру и свойства стали после термической обработки. Объясните необходимость медленного прогрева инструмента в интервале температур от 20 до 800 °С. Как избавиться от остаточного аустенита?

Для изготовления деталей, получаемых глубокой штамповкой, выбран сплав Л70: а) расшифруйте состав и укажите механические свойства; б) определите, к какой группе относиться. Можно ли заменить в данной ситуации сплав Л70 на Л68. Обоснуйте свое решение.

Вариант № 10

1. Что такое твердый раствор? Виды твердых растворов (приведите примеры).

2. Механические свойства, определяемые при статических испытаниях.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 5,9 % С. Для заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах и количественное соотношение фаз при температуре 1250 °С.

4. Опишите, в чем заключается низкотемпературная термомеханическая обработка конструкционной стали. Объясните с позиции теории дислокаций, почему этот процесс приводит к получению высокой прочности стали. Какими преимуществами и недостатками обладает вариант низкотемпературной термомеханической обработки по сравнению с высокотемпературной термомеханической обработкой?

5. Подберите сталь для изготовления рессоры с толщиной листа 15 мм. Опишите исходную микроструктуру и механические свойства, назначьте режимы термической обработки, опишите сущность происходящих при этом явлений; микроструктуру и свойства после термообработки.

6. В результате термической обработки деталь должна получить твердый износостойчивый поверхностный слой (HV1200). Для ее изготовления выбрана сталь 38Х2МЮА: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической и химико-термической обработок, приведите подробное его обоснование; в) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах обработки данной стали. Каким образом можно ускорить процесс химико-термической обработки?

Для изготовления некоторых деталей двигателя внутреннего сгорания выбран сплав АК4: а) расшифруйте состав и укажите способ изготовления деталей из этого сплава; б) опишите возможную термическую обработку; в) приведите механические свойства данного сплава.

Вариант № 11

1. Что такое химическое соединение, электронное соединение, электронная концентрация?

2. Процесс изнашивания металлов. Виды изнашивания. Методы испытаний на износ.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагрева в интервале температур от 0 до 1600 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,8 % С. Для заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах количественное соотношение фаз при температуре 1300 °С.

4. Сущность и особенности мартенситного превращения. Природа твердости и хрупкости мартенсита в стали. Как влияет содержание углерода на свойства закаленного сплава?

5. Подобрать сталь для изготовления пружин, работающих при температуре 350 °С. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, опишите сущность происходящих при этом явлений и влияние легирования, укажите структуру и свойства стали после термообработки.

6. Для изготовления валов высокой прочности диаметром 110 мм выбрана сталь 38Х2Н2МА: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической обработки, приведите его подробное обоснование; в) поясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; г) опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

7. В конструкциях авиационных реактивных двигателей для изготовления лопаток компрессора выбран сплав ВТ14: а) приведите химический состав сплава и укажите механические свойства; б) определите, к какой группе относится данный сплав; в) опишите режим возможной термообработки и получаемую при этом структуру. Опишите процессы, протекающие при термической обработке.

Вариант № 12

1. Опишите сущность эвтектической кристаллизации и структуру любого эвтектического сплава.

2. Объясните механизм разрушения металлов.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,8 % С. Выберите для данного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах при этой температуре и количественное соотношение фаз.

4. Какой термической обработкой и у каких чугунов можно повысить прочность, твердость и пластичность? Как уменьшить литейные напряжения в сложных чугунных конструкциях?

5. Каким образом и в каких сталях можно получить необходимое для зубчатых колес сочетание высокой твердости поверхностного слоя и вязкости в сердцевине: а) HRC50 и KCV = 1,2 МДж/м²; б) HRC62 и KCV = 2,5 МДж/м². Опишите предлагаемые виды обработок.

6. Копиры должны иметь минимальную деформацию и высокую износостойкость (твердость поверхностного слоя HV 750 - 1000). Для их изготовления выбрана сталь 38ХМЮА: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической химико-термической обработки, приведите его подробное обоснование; в) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; г) опишите структуру и свойства стали после термической и химико-термической обработки.

7. Сравните влияние отпуска углеродистой стали и старения дюралюмина на свойства закаленного сплава.

Вариант № 13

1. Строение кристаллического слитка.

2. Виды изломов. Усталостный излом, особенности его строения, возможные причины возникновения.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,01 % С. Выберите для данного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах при этой температуре и соотношение фаз.

4. Микроанализом обнаружено крупное зерно у отпущенной стали. Как оно повлияет на свойства стали? В чем возможная причина? Как избежать этого? Как исправить структуру? В каких сталях это встречается? Какие из перечисленных сталей не склонны к этому браку: 40Х, 40ХН, 45, 30ХМ, 40, 40ХГС, 40ХНМА (обоснуйте свое решение)?

5. Подберите сталь для изготовления резьбовой плашки. Назначьте режим термической обработки, подробно обоснуйте его, опишите микроструктуру и свойства после термической обработки.

6. В результате термической и химико-термической обработки поршневые пальцы должны получить твердый износоустойчивый поверхност-

ный слой при вязкой сердцевине. Для этого выбрана сталь 18Х2Н4ВА: а) расшифруйте химический состав марки и определите, к какой группе относится данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической и химико-термической обработки, приведите его подробное обоснование; в) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; г) опишите микроструктуру и свойства стали после этих обработок.

7. Для изготовления деталей самолета выбран сплав АМц2: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) опишите способ упрочнения этого сплава и объясните природу упрочнения.

Вариант № 14

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану, а так же строение и основные характеристики кристаллической решетки (параметры, координатное число, плотность упаковки) для гексагональной модификации.

2. Область применения макроанализа. Определение ликвации серы по Бауману (метод отпечатков).

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагрева в интервале температур от 0 до 1600 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,7 % С. Для заданного сплава при температуре 1200 °С определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах при этой температуре и количественное соотношение фаз.

4. Сравните влияние нормализации и улучшения на структуру и свойства стали. В чем причина различия механических свойств, получаемых при этом структур?

5. Подберите сталь для изготовления стержневых болтов, которые должны иметь твердость НВ220-230. Назначьте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства стали после термообработки.

6. Для изготовления гладких измерительных калибров выбрана сталь ХВГ: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической обработки, приведите его подробное обоснование; в) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; г) опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

7. Для изготовления конденсаторных труб, используемых в морском судостроении, выбран сплав Л062-1: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) опишите структуру и свойства сплава; в) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплавам этой группы. Каким образом предотвратить данный сплав от обесцинкования?

Вариант № 15

1. Опишите механизм перитектического превращения. Приведите примеры сплавов, образующих диаграмму состояния с перитектическим превращением.

2. Что произойдет, если путем соответствующей обработки повысить плотность точечных, линейных и поверхностных дефектов? Приведите примеры таких обработок.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,0 % С. Выберите любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах при этой температуре и соотношение фаз.

4. Нарисуйте схематические структуры закалки (М, Т, С) и одноименные структуры отпуска ($M_{\text{отп}}$, $T_{\text{отп}}$, $C_{\text{отп}}$). Объясните различие их механических свойств.

5. Подобрать сталь для изготовления сварной конструкции. Опишите исходную структуру и механические свойства, назначьте режим возможной термической обработки, опишите микроструктуру и свойства стали после термообработки.

6. Для изготовления ряда трубчатых деталей, используемых для обжига керамической плитки с рабочей температурой 1250-1300 °С, выбрана сталь ХН45Ю (ЭП747): а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данная сталь; б) назначьте режимы термической обработки, приведите его подробное обоснование; в) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; г) опишите структуру и свойства стали после термической обработки.

7. Для изготовления плоской пружины выбран сплав Бр0Ц4-3: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) опишите структуру сплава; в) объясните назначение легирующих элементов; г) приведите характеристики механических свойств сплава.

Вариант № 16

1. Как и с какой целью управляют размером зерна при кристаллизации металла? Приведите конкретные примеры.

2. Собирательная рекристаллизация. Механизмы роста зерна (зародышевый, миграционный, слияние зерен).

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагрева в интервале температур от 0 до 1600 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,45 % С. Для заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах при температуре 760 °С и количественное соотношение фаз.

4. Вал, изготовленный из стали 35, после проведения термообработки по правильным режимам обладает недостаточной прочностью. Как подобрать подходящую марку и режимы ее термообработки? Обоснуйте свое решение.

5. Выбрать сталь для изготовления для изготовления кожухов электродвигателей методом глубокой вытяжки. Опишите исходную структуру и механические свойства, назначьте режим возможной термической обработки, опишите микроструктуру и свойства стали после термообработки.

6. Для изготовления конических зубчатых колес диаметром 50 мм, работающих в условиях динамических нагрузок и повышенного износа, выбрана сталь 20ХГНР: а) расшифруйте химический состав и определите, к какой группе относится данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической и химико-термической обработки, приведите его подробное обоснование; в) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; г) опишите микроструктуру и свойства стали после этих обработок.

7. Для изготовления деталей простой конфигурации, работающих при ударных нагрузках, выбран сплав ЛЦ40Мц1,5: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) опишите структуру сплава; в) объясните назначение легирующих элементов; г) приведите характеристики механических свойств.

Вариант № 17

1. Почему при кристаллизации чистого металла температура постоянна? Почему ускорение охлаждения увеличивает переохлаждение?

2. Какими способами можно обнаружить: а) поверхностные трещины и б) глубоко залегающие раковины?

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,2 % С. Выберите любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах при этой температуре и количественное соотношение фаз.

4. В чем заключается обработка стали холодом и в каких условиях она применяется?

5. Подберите сталь для изготовления зубьев ковшей экскаватора. Опишите исходную микроструктуру, назначьте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства стали после термообработки. В каком состоянии (литом, кованном, после механической обработки) рационально использовать данную сталь.

6. Для изготовления конструкции, изготовление которой требует сварки и сложной гибки, выбрана сталь 10кп: а) расшифруйте химический состав и определите, к какой группе относиться данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической обработки, приведите его подробное обоснование; в) опишите структуру и свойства стали после термической обработки. Подберите варианты возможной замены данной стали.

7. Для обшивки некоторых элементов конструкций самолетов используется сплав МА1: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относиться данный сплав; б) опишите структуру и его механические характеристики.

Вариант № 18

1. На примере чистого металла и химического соединения объясните влияние типа межатомной связи на механические свойства металла, а также и на его физические свойства.

2. Какой вид напряжений приводит к вязкому разрушению путем среза? Объясните природу разрушения.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1 % С. Для заданного сплава при температуре 760 °С определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах при этой температуре и количественное соотношение фаз.

4. В стали состава: 0,86 % С, 4,2 % Cr, 6,2 % W, 1,8 % V и 5,2 % Mo после закалки осталось много аустенита. Назовите марку стали. Как влияет

остаточный аустенит на ее свойства? Что надо сделать, что бы избавиться от остаточного аустенита?

5. Подобрать сталь для изготовления деталей, работающих с крепкими кислотами. Назначьте режим возможной термической обработки, обоснуйте свое решение. Опишите влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки данной стали. Опишите структуру и свойства стали после термообработки.

6. Для изготовления сверл выбрана сталь ХВГ: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относиться данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической обработки, приведите его подробное обоснование; в) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; г) опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

7. Для изготовления ряда деталей, работающих при повышенных температурах (300°C) с высокими вибрационными нагрузками (детали фюзеляжа, крыла, системы управления самолетом и др.), используется сплав АЛ19: а) расшифруйте состав сплава и укажите способ изготовления деталей из данного сплава; б) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву; в) опишите режим возможной термической обработки и кратко объясните природу упрочнения.

Вариант № 19

1. Как влияет модифицирование на строение и свойства литого металла? Объясните причину воздействия. Приведите примеры практического использования модифицирования для получения конкретных сплавов.

2. Что происходит с кристаллической решеткой металлов при действии нормальных напряжений? Под действием каких напряжений возникает пластическая деформация? Как при этом изменяются структура и свойства металлов и сплавов?

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего $6,2\%$ С. Для заданного сплава при температуре 1200°C определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах при этой температуре и количественное соотношение фаз.

4. Опишите азотирование сталей, укажите температуры, при которых производится процесс прочностного азотирования, используя диаграмму состояния железо-азот, объясните, почему азотирование не производится при температуре ниже 500°C и выше 700°C . Назовите марки сталей, при-

меняемых для азотирования, и опишите полный цикл их термической и химико-термической обработки.

5. Подобрать сталь для изготовления зенкеров. Назначьте режим термической обработки, приведите подробное его обоснование, Опишите структуру и свойства стали после термообработки.

6. Для изготовления крупных высоконагруженных пружин ответственного назначения выбрана сталь 60С2ХА: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической обработки, приведите его подробное обоснование; в) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; г) опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

7. Для изготовления ряда деталей, используемых в судостроении, выбран сплав БрКМц3-1: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплавам этой группы. Опишите влияние марганца на свойства сплава каким образом можно упрочнить данный сплав?

Вариант № 20

1. Объясните, почему фазовое превращение кристаллических тел сопровождается тепловым эффектом? Приведите примеры.

2. Отдых и полигонизация. Изменение структуры и свойств металлов и сплавов.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,1 % С. Выберите любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах и соотношение фаз.

4. Какими способами можно добиться значительного повышения коррозионной стойкости готовой стальной детали? Какие способы наиболее эффективны? Какие - наиболее экономичны?

5. Подберите сталь для изготовления резбовой плашки. Назначьте режим термической обработки, приведите подробное его обоснование. Опишите структуру и свойства стали после термообработки.

6. Для изготовления резцов выбрана сталь Р18Ф2: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической обработки, приведите его подробное обоснование; в) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; г) опишите мик-

роструктуру и свойства стали после термической обработки. Как влияет остаточный аустенит на свойства стали? Как избавиться от остаточного аустенита?

7. Подберите медно-никелевый сплав для изготовления проводов, тензодатчиков, обладающих высоким сопротивлением: а) расшифруйте состав; б) опишите микроструктуру сплава; в) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву.

Вариант № 21

1. Сущность и применение гетерогенной кристаллизации сплавов. Примеры конкретного применения и достигаемый при этом эффект.

2. Как изменить структуру и свойства наклепанного металла под действием различной степени нагрева?

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,8 % С. Для заданного сплава определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах и количественное соотношение фаз при температуре 1400 °С.

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривые режима ступенчатой и изотермической закалок. Опишите сущность превращений и какая структура получится при этом. В чем отличие обычной закалки от данных обработок? Каковы преимущества и недостатки каждого из этих обработок?

5. Подберите сталь для изготовления некоторых деталей подшипников качения, типа роликов, шариков и т.д. Опишите исходную структуру и механические свойства стали, назначьте режим термической обработки, опишите микроструктуру и свойства стали после термообработки.

6. Для изготовления малого штампа небольших размеров выбран сплав 4ХМФС: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической обработки, приведите его подробное обоснование; в) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; г) опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

7. Для изготовления обмотки роторов турбогенераторов выбран сплав БрСр0,1: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) опишите влияние серебра на свойства сплава; в) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву.

Вариант № 22

1. Опишите физическую сущность процесса плавления.
2. Винтовые дислокации. Понятие вектора Бюргера.
3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагрева в интервале температур от 0 до 1600 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,35 % С. Выберите любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах, и соотношение фаз.
4. В процессе термической обработки стали могут возникать различного рода дефекты. Какие из этих дефектов присущи углеродистым, а какие - легированным сталям? Как следует вести закалку детали из среднеуглеродистой стали, чтобы уменьшить вероятность коробления и закалочных трещин?
5. Подберите нержавеющую сталь для изготовления деталей, работающих в среде уксусной кислоты при температуре не выше 60 °С. Приведите химический состав стали, необходимую термическую обработку, получаемую структуру. Объясните физическую природу коррозионной устойчивости материала и роль каждого легирующего элемента.
6. Для изготовления камертонных рыле используется сплав Н35ХМВ (элинвар): а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав по назначению; б) объясните влияние легирования на свойства сплава; в) укажите основные свойства и требования предъявляемые к сплаву.
7. Для изготовления крыльчаток вентиляторов для компрессоров реактивных двигателей использован сплав АК6: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) опишите возможную упрочняющую обработку; в) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву.

Вариант № 23

1. Что такое полиморфное превращение и какие необходимы условия для его протекания? Опишите явление полиморфизма в приложении к титану, а так же строение и основные характеристики кристаллической решетки (параметры, координатное число, плотность упаковки) для объемно-центрированной кубической модификации.
2. Явление сверхпластичности металлов и сплавов.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,2 % С. Выберите любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах и соотношение фаз.

4. Каким образом можно обеспечить окалиностойкость деталей, работающих при высоких температурах?

5. Подберите сталь для изготовления деталей печной арматуры, работающих при температуре 800 °С. Приведите химический состав, объясните роль каждого легирующего элемента, укажите термическую обработку, получаемую структуру и механические свойства сплава.

6. Для изготовления постоянных магнитов используется сплав ЮНДК40Т8А: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав по назначению; б) объясните влияние легирования на свойства сплава; в) опишите возможную термообработку; г) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву.

7. Подберите марки припоев для изготовления (припаивания): а) пластинки из ВК6 к державке и б) выводов транзисторов в радиосхеме. Укажите ориентировочно температуру плавления и механические свойства, а так же требования, предъявляемые к этим припоям.

Вариант № 24

1. Постройте кривую охлаждения для олова (с применением правила фаз). Почему при кристаллизации олова на кривой охлаждения наблюдается прямой участок?

2. Горячая и холодная обработки давлением. Приведите конкретные примеры.

3. Вычертите диаграмму железо - цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,0 % С. Выберите любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах, и соотношение фаз.

4. Объясните влияние формы графитовых включений на механические свойства серого, ковкого и высокопрочного чугунов. Опишите получение ковкого чугуна.

5. Подберите сталь для изготовления деревообрабатывающего инструмента, работающего с ударными нагрузками (долото, топоры). Назначьте

термическую обработку, опишите сущность происходящих при этом явлений, укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву.

6. Для изготовления рессоры легкового автомобиля выбрана сталь 60С2: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данная сталь по назначению; б) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах термической обработки этой стали; в) назначьте режим термической обработки; г) опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки. Какой обработкой можно повысить предел выносливости данных деталей?

7. Для получения биметаллической ленты со сталью и дюралюмином методом прокатки с последующей штамповкой вкладышей с толщиной антифрикционного слоя 1 мм выбран сплав АО20-1: а) расшифруйте состав и определите к какой группе относится данный сплав; б) опишите влияние олова на свойства сплава; в) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву.

Вариант № 25

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу, а так же строение и основные характеристики кристаллической решетки (параметры, координационное число, плотность упаковки) для объемноцентрированной кубической модификации.

2. Испытание образцов на ударную вязкость.

3. Вычертите диаграмму железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,1 % С. Для заданного сплава определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах при температуре 850 °С.

4. Как и в какой стали могли возникнуть такие структуры: $\Phi + M$; $S_{отп} + Ц_{п}$; $M_{отп} + \Phi$, $T_{отп}$; $M_{отп}$? Охарактеризуйте качество получаемых структур

5. Подберите сталь для деталей, работающих в условиях повышенного абразивного износа. Назначьте режим термической обработки, приведите подробное его обоснование. Опишите микроструктуру сплава, укажите, требования, предъявляемые к сплаву. Опишите природу упрочнения данного сплава.

6. Для изготовления распределительного вала выбрана сталь 40ХН: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данная сталь по назначению; б) назначьте режим термической обработки; в) объясните влияние легирования на превращения происходящие на всех этапах терми-

ческой обработки данной стали; г) опишите микроструктуру и свойства стали после термической обработки.

7. Для деталей, работающих в морской воде выбран сплав ЛК80-3: а) расшифруйте состав и определите, к какой группе относится данный сплав; б) опишите микроструктуру сплава; в) укажите основные свойства и требования, предъявляемые к сплаву.

Список основной литературы

1. Гуляев А.П. Металловедение. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1986. - 544 с.
2. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. М.: Металлургия, 1990.
3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1983. - 528 с.
4. Материаловедение/ Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др. Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. - 3-е изд., переработ. и доп. - М.: Изд-ве МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 648 с.
5. Мозберг Р.К. Материаловедение. - 2-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 1991. - 448 с.

Список дополнительной литературы

1. Гелин Ф.Д. Металлические материалы: Справочник. Минск: Высшая школа, 1987. - 368 с.
2. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1989. - 456 с.
3. Журавлев В.П., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. - 4-е изд., перераб. и доп. - Машиностроение, 1992. - 480 с.
4. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. - 2-е изд. - М.: Металлургия, 1983. - 352 с.
5. Композиционные материалы: Справочник/ В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; Под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. - М.: Машиностроение, 1990. - 512 с.
6. Конструкционные материалы: Справочник/ Б.Н. Арзамасов, В.А. Брострем, Н.А. Буше и др.; Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. - М.: Машиностроение, 1990. - 688 с.
7. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: Справочник/ Под ред. Л.С. Ляховича. - М.: Металлургия, 1981. - 424 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Методические указания	3
<i>Часть 1. Металловедение</i>	3
<i>Часть 2. Неметаллические материалы</i>	16
Контрольная работа	19
<i>Задания на контрольную работу</i>	19
Список основной литературы	39
Список дополнительной литературы	40