

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЕ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЮ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА ПО КУРСУ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование производства, выпуск современных разнообразных машиностроительных конструкций, специальных приборов, машин и различной аппаратуры невозможны без дальнейшего развития производства и изыскания новых материалов, как металлических, так и неметаллических.

Материаловедение является одной из первых инженерных дисциплин, основы которой широко используются при курсовом и дипломном проектировании, а также в практической деятельности инженера-машиностроителя.

Прогресс в области машиностроения тесно связан с созданием и освоением новых, наиболее экономичных материалов, обладающих самыми разнообразными механическими и физико-химическими свойствами. Свойства материала определяются его внутренним строением, которое, в свою очередь, зависит от состава и характера предварительной обработки. В курсе "Материаловедение" изучаются физические основы этих связей.

ЧАСТЬ I. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Строение металлов

Металловедение как наука о свойствах металлов и сплавов. Типы связи в твердых телах. Атомно-кристаллическое строение металлов. Процесс кристаллизации.

Рассмотрите типы химической связи в твердых телах, основное внимание обратите на особый тип металлической связи, который обуславливает отличительные свойства металлов: высокую электропроводность и теплопроводность, высокую пластичность и металлический блеск. Металлические тела характеризуются кристаллическим строением. Однако свойства реальных кристаллов определяются известными несовершенствами кристаллического строения. В связи с этим необходимо разобраться в видах несовершенств и особенно в строении дислокаций (линейных несовершенств), причинах их легкого перемещения в кристаллической решетке и влияния на механические свойства.

Термодинамические причины фазовых превращений являются одним из частных случаев общего закона природы: стремления любой системы к состоянию с наименьшим запасом энергии (в данном случае свободной энергии). Уясните теоретические основы процесса кристаллизации, состоящего из двух элементарных процессов: зарождения и роста кристаллов, и влияющих на эти параметры степени переохлаждения. В процессе кристаллизации при формировании структуры литого металла решающее значение имеет реальная среда, а также возможность искусственного воздействия на строение путем модифицирования.

Вопросы для самопроверки

1. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?
2. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?
3. Что такое элементарная ячейка?
4. Что такое полиморфизм?
5. Что такое параметр кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число?
6. Что такое мозаичная структура?
7. Виды дислокаций и их строение.
8. Каковы термодинамические условия фазового превращения?
9. Каковы параметры процесса кристаллизации?
10. Что такое переохлаждение?
11. Какова связь между величиной зерна, скоростью зарождения, скоростью роста кристаллов и степенью переохлаждения?
12. Формы кристаллов и влияние реальной среды на процесс кристаллизации. Образование дендритной структуры.
13. В чем сущность модифицирования?

Теория сплавов

Сплавы, виды взаимодействия компонентов в твердом состоянии. Диаграммы состояния для случаев полной нерастворимости, неограниченной и ограниченной растворимости компонентов в твердом виде, а также для случая образования устойчивого химического соединения.

Необходимо отчетливо представлять строение металлов и сплавов в твердом состоянии. Уясните, что такое твердый раствор, химическое (металлическое) соединение, механическая смесь. Наглядное представление о состоянии любого сплава в зависимости от его состава и температуры дают диаграммы состояния. Нужно усвоить общую методику построения диаграмм состояния для различных случаев взаимодействия компонентов в твердом состоянии.

При изучении диаграмм состояния нужно уметь применять правило отрезков (для определения доли каждой фазы или структурной составляющей в сплаве), правило фаз (для построения кривых нагревания и охлаждения), определять химический состав фаз. С помощью правил Курнакова нужно уметь установить связь между составом, строением и свойствами сплава.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое компонент, фаза, физико-химическая система, число степеней свободы?
2. Приведите объяснение твердого раствора, механической смеси, химического (металлического) соединения.
3. Что представляют собой твердые растворы замещения и внедрения?
4. Как строятся диаграммы состояния?
5. Объясните принцип построения кривых нагревания и охлаждения с помощью правила фаз.
6. Как будет выглядеть участок кривой охлаждения, если число степеней свободы равно двум и имеется одна фаза? То же, для числа степеней свободы, равного единице, в случае выпадения твердой фазы из жидкой. То же, для числа

степеней свободы, равного нулю.

7. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования непрерывного ряда твердых растворов.

8. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии.

9. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования эвтектики, состоящей из ограниченных твердых растворов.

10. Каким образом определяются состав фаз и их количественное соотношение?

11. В чем различие между эвтектоидным и эвтектическим превращениями?

12. Виды ликвации и методы их устранения.

13. Правила Курнакова.

Пластическая деформация и механические свойства металлов

Напряжения и деформация. Явление наклепа. Стандартные механические свойства: твердость; характеристики, определяемые при растяжении; ударная вязкость; сопротивление усталости.

Рассмотрите физическую природу деформации и разрушения. Внимание уделите механизму пластической деформации, ее влиянию на микро- и субмикроструктуру, а также на плотность дислокаций. Уясните связь между основными характеристиками, строением и механическими свойствами. Разберитесь в сущности явления наклепа и его практическом использовании.

Изучите основные методы исследования механических свойств металлов и физический смысл определяемых при разных методах испытания характеристик. Свойства, полученные на гладких образцах, не совпадают со свойствами готового изделия, выполненного из предварительно испытанного материала. Это связано с наличием в реальных деталях отверстий, надрезов и других концентраторов напряжений, а также с различием в характере напряженного состояния образца и детали. Отсюда вытекает важность испытаний образцов с надрезами, позволяющих приблизить условия испытаний к условиям эксплуатации материала и получить результаты, характеризующие конструкционную прочность металла.

Вопрос для самопроверки

1. В чем различие между упругой и пластической деформациями?

2. Как изменяется строение металла в процессе пластического деформирования?

3. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации?

4. Как влияют дислокации на прочность металла?

5. Почему наблюдается огромное различие теоретической и практической прочности?

6. Как влияет изменение строения на свойства деформированного металла?

7. В чем сущность явления наклепа и какое он имеет практическое использование?

8. Какие характеристики механических свойств определяются при испытании на растяжение?

9. Что такое твердость?

10. Какие методы определения твердости вы знаете?

11. Что такое ударная вязкость?

12. Что такое порог хладноломкости?

13. Что такое конструкционная прочность?

14. От чего зависит и как определяется конструкционная прочность?

Влияние нагрева на структуру и свойства деформируемого металла

Необходимо знать сущность рекристаллизационных процессов: возврата, первичной рекристаллизации, собирательной (вторичной) рекристаллизации, протекающих при нагреве деформированного металла. Уясните, как при этом изменяются механические, физико-химические свойства и размер зерна. Установите влияние состава сплава и степени пластической деформации на протекание рекристаллизационных процессов. Научитесь выбирать режим рекристаллизационного отжига. Уясните его практическое значение, различие между холодной и горячей пластическими деформациями.

Вопросы для самопроверки

1. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве?
2. В чем сущность процесса возврата?
3. Что такое полигонизация?
4. Сущность процессов первичной и вторичной рекристаллизации.
5. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации?
6. Что такое критическая степень деформации?
7. В чем различие между холодной и горячей пластическими деформациями?
6. Как изменяются строение и свойства металла при горячей пластической деформации?
9. Каково назначение рекристаллизационного отжига и как он осуществляется?

Железо и его сплавы

Диаграмма состояния железо - цементит. Классификация железоуглеродистых сплавов. ГОСТы на металлы и сплавы. Фазы, образуемые легирующими элементами в сплавах железа. Структурные классы легированных сталей. Чугуны.

Научитесь вычерчивать диаграмму состояния железо - цементит и определять все фазы и структурные составляющие этой системы. С помощью правила фаз постройте кривые охлаждения (или нагревания) для любого сплава; разберитесь в классификации железоуглеродистых сплавов и усвойте, что различие между тремя классами (техническое железо, сталь, чугун) не является формальным (по содержанию углерода). Разные классы сплавов принципиально различны по структуре и свойствам. Технические железоуглеродистые сплавы состоят не только из железа и углерода, но и обязательно содержат постоянные примеси, попадающие в сплав в результате предыдущих операций при выплавке. Разберите диаграмму состояния железо-графит, которая по графическому начертанию почти не отличается от диаграммы железо - цементит, что облегчает ее запоминание. Количественные изменения в положении линий диаграммы касаются смещения эвтектической и эвтектоидной линий в точках S' и E' . Качественное изменение заключается в замене в структуре во всех случаях цементита графитом.

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

Уясните влияние постоянных примесей на строение чугуна и разберитесь в различии металлической основы серых чугунов разных классов. Запомните основные механические свойства и назначение чугунов различных классов и их маркировку. Обратите внимание на способы получения ковких и высокопрочных чугунов. Изучите физическую сущность процесса графитизации.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое феррит, аустенит, перлит, цементит и ледебурит?
2. Какие превращения происходят в сплавах при температурах A_x , A_2 , A_3 , A_4 , A_{cm1}
3. Постройте с помощью правила фаз кривую охлаждения для стали с 0,8% С -и для чугуна с 4,3% С.
4. Каковы структура и свойства технического железа, стали и белого чугуна?
5. В каких условиях выделяется первичный, вторичный или третичный цементит?
6. Каково строение ледебурита при комнатной температуре, немного выше эвтектоидной температуры 727°C и немного ниже эвтектической температуры 1147°C ?
7. Как влияют легирующие элементы на положение критических точек железа и стали?
8. Какие легирующие элементы являются карбидо-образующими?
9. Какие легирующие элементы способствуют графитизации?
10. Как влияют легирующие элементы на свойства феррита и аустенита?
11. Как классифицируют легированные стали по структуре в равновесном состоянии?
12. В чем отличие серого чугуна от белого?
13. Классификация и маркировка серых чугунов.
14. Каковы структуры серых чугунов?
15. Как получают высокопрочный чугун? Его строение, свойства и назначение.
16. В чем различие в строении ковкого и модифицированного чугунов?
17. Сравните механические свойства серого, ковкого и высокопрочного чугунов.

Теория термической обработки стали

Превращения в стали при нагреве. Превращения переохлажденного аустенита. Мартенситное превращение и его особенности. Превращения аустенита при непрерывном охлаждении. Превращения при отпуске закаленной стали.

Теория и практика термической обработки стали – главные вопросы металловедения. Термическая обработка – один из основных способов влияния на строение, а следовательно, и на свойства сплавов. При изучении превращений переохлажденного аустенита особое внимание обратите на диаграмму изотермического распада, устанавливающую связь между температурными условиями превращения, интенсивностью распада и строением продуктов превращения. Разберитесь в механике и особенностях перлитного, промежуточного и мартенситного превращений, происходящих соответственно в верхней, средней

и нижней температурных областях. Уясните строение и свойства перлита, сорбита, троостита, бейнита, мартенсита и особенно различие и сходство одноименных структур, получаемых при распаде аустенита и отпуске закаленной стали. Запомните практическое значение термокинетических диаграмм.

Изучите влияние легирующих элементов на кинетику и характер превращения аустенита в перлитной, промежуточной и мартенситной областях. В связи с влиянием легирующих элементов на диаграммы изотермического распада аустенита рассмотрите причины получения различных классов по структуре (перлитного, мартенситного, аустенитного). Уясните влияние легирующих элементов на превращения при отпуске. Запомните, что легирующие элементы, как правило, затормаживают процессы превращений.

Вопросы для самопроверки

1. Механизм образования аустенита при нагреве стали.
2. Каковы механизмы и температурные районы образования структур перлитного типа (перлита, сорбита, троостита) и бейнита?
3. В чем различие между перлитом, сорбитом и трооститом?
4. Что такое мартенсит и в чем сущность и особенности мартенситного превращения?
5. Что такое критическая скорость закалки?
6. От чего зависит количество остаточного аустенита?
7. В чем сущность превращений, происходящих при отпуске?
8. Что такое коагуляция и как изменяются структура и свойства стали в связи с коагуляцией карбидной фазы при отпуске?
9. Чем отличаются структуры троостита, сорбита и перлита отпуска от одноименных структур, образующихся при распаде переохлажденного аустенита?
10. Каково практическое значение термокинетических диаграмм?
11. Как влияют легирующие элементы на перлитное превращение?
12. Как влияют легирующие элементы на мартенситное превращение?
13. Как протекает промежуточное превращение в легированной стали?
14. Как влияют легирующие элементы на превращения при отпуске?
15. В чем сущность явления отпускной хрупкости?
16. Как можно устранить отпускную хрупкость второго рода?

Технология термической обработки

Основные виды термической обработки стали. Отжиг, нормализация, закалка, обработка холодом. Прокаливаемость стали. Отпуск стали. Поверхностная закалка.

Уясните влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали и физическую сущность процессов отжига, нормализации, закалки и обработки холодом. При изучении технологических процессов термической обработки особое внимание обратите на разновидности режимов и их назначение. Для выяснения причин брака при термической обработке стали следует прежде всего разобраться в природе термических и фазовых напряжений. Уясните различие между закаливаемостью и прокаливаемостью стали, а также факторы, влияющие на эти характеристики.

Различные виды поверхностной закалки позволяют получить особое

сочетание свойств поверхностного слоя и сердцевины, что приводит к повышению эксплуатационных характеристик изделия. При изучении индукционной закалки уясните связь между глубиной проникновения закаленного слоя и частотой тока. Закалка при нагреве токами высокой частоты приводит к получению более высоких механических свойств, чем при обычном нагреве. Для получения оптимальных результатов следует руководствоваться диаграммами, допустимых и преимущественных режимов нагрева под закалку токами высокой частоты.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите определения основных процессов термической обработки: отжига, нормализации и закалки.
2. Какие вам известны разновидности процесса отжига и для чего они применяются?
3. Какова природа фазовых и термических напряжений?
4. Какие вам известны разновидности закалки и в каких случаях они применяются?
5. Каковы виды и причины брака при закалке?
6. Какие Вам известны группы охлаждающих сред и каковы их особенности?
7. От чего зависит прокаливаемость стали и в чем ее технологическое значение?
8. Какие вам известны технологические приемы уменьшения деформации при термической обработке?
9. Для чего и как производится обработка холодом?
10. Как изменяются скорость и температура нагрева изделий из легированной стали по сравнению с углеродистой?
11. В чем сущность и особенности термомеханической обработки?
12. Как влияет поверхностная закалка на эксплуатационные характеристики изделия?
13. Как регулируется глубина закаленного слоя при нагреве токами высокой частоты?
14. Каковы сущность и назначение диаграмм допустимых и преимущественных режимов нагрева под закалку токами высокой частоты?
15. Каковы преимущества поверхностной индукционной закалки?

Химико-термическая обработка стали и поверхностное упрочнение наклепом

Физические основы химико-термической обработки. Цементация. Азотирование. Цианирование. Диффузионная металлизация. Дробеструйный наклеп.

При изучении основ химико-термической обработки следует исходить из того, что принципы химико-термической обработки едины. Процесс химико-термической обработки состоит из выделения атомов насыщающего вещества внешней средой, захвата (сорбции) этих атомов поверхностью металла и диффузии их внутрь металла. Поэтому рассмотрите реакции в газовой среде при цементации или азотировании и усвойте современные представления о процессе диффузии в металлах. В большинстве случаев насыщение может происходить из твердой, жидкой и газовой сред, а поэтому 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, азотирования, цианирования и различных видов диффузионной металлизации. Объясните влияние легирования на механизм формирования структуры поверхностного слоя. Рассмотрите сущность и назначение дробеструйного поверхностного наклепа и его влияние на эксплуатационные свойства деталей машин.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются физические основы химико-термической обработки?
2. Химизм процесса азотирования.
3. Химизм процесса цементации.
4. Назначение цементации и режим термической обработки после нее.
5. Чем отличаются режимы цементации легированной и углеродистой стали?
6. Каковы свойства цементированных и азотированных изделий?
7. Химизм и назначение процесса цианирования.
8. В чем различие между диффузионным и гальваническим хромированием?
9. Для каких целей и как производится нитроцементация?
10. Сущность и назначение процесса борирования.
11. Как изменяются свойства изделий при дробеструйной обработке и какова природа этих изменений?
12. Как влияет поверхностное упрочнение на эксплуатационные характеристики изделий?

Конструкционные стали

Конструкционные стали общего назначения. Цементуемые, улучшаемые, пружинно-рессорные стали. Высокопрочные мартенситостареющие стали. Коррозионно-стойкие и жаростойкие стали и сплавы. Жаропрочные стали и сплавы.

Нужно усвоить принципы маркировки сталей и уметь по маркировке определить состав и особенности данной стали, а также иметь общее представление о разных группах стали.

Разберитесь во влиянии легирующих элементов на изменение структуры и свойств стали, особое внимание уделите технологическим особенностям термической обработки легированной стали различных групп.

Рассмотрите способы классификации (по структуре в нормализованном состоянии, по назначению), основные принципы выбора для различного назначения цементуемых, улучшаемых, пружинно-рессорных, износостойких, высокопрочных, нержавеющей, жаропрочных и других сталей. При изучении жаропрочных сталей обратите внимание на особенности поведения металла в условиях нагружения при повышенных температурах. Уясните сущность явления ползучести и основные характеристики жаропрочности; каковы предельные рабочие температуры и области применения сталей различного структурного класса.

В качестве примеров указать две-три марки стали каждой группы, расшифровать состав, назначить режим термической обработки и охарактеризовать структуру, свойства и область применения.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите химический состав сталей марок: 40, 20Х, 30ХГСА, 50Г, Г13, ШХ15, 18Х2Н4ВА, 5ХНМ, Х18Н9Т, Н18К8М5Т.
2. Как классифицируются конструкционные стали по технологии термической обработки?
3. Какие требования предъявляются к цементуемым изделиям?
4. Чем определяется выбор марки цементуемой стали для изделий различного назначения? Приведите примеры марок стали, используемых в различных условиях работы.
5. Какова термическая обработка цементуемых деталей?
6. Чем объясняется назначение процесса улучшения для конструкционной стали?
7. Как влияет степень легирования на механические свойства улучшаемой стали?
8. Чем определяется выбор марки улучшаемой стали для изделий различного назначения? Приведите примеры марок стали, используемых в различных условиях работы.
9. Какие требования предъявляются к рессорно-пружинным сталям?
10. Приведите примеры марок стали для рессор и пружин, работающих в различных условиях.
11. Термическая обработка рессорно-пружинной стали. 12. Какие вы знаете износостойкие стали?
13. Каковы особенности мартенситно-старееющих сталей?
14. Приведите примеры марок высокопрочной стали, укажите режим обработки.
15. Каковы требования, предъявляемые к нержавеющей сталям?
16. В чем сущность электрохимической коррозии (основы теории)?
17. Укажите марки хромистых нержавеющей сталей. Их состав, термическую обработку, свойства и назначение.
18. Укажите марки хромоникелевых нержавеющей сталей, их свойства, состав, термическую обработку, назначение.
19. Что такое окалиностойкость?
20. Каковы требования, предъявляемые к жаростойким сталям?
21. Какими способами можно повысить окалиностойкость?
22. Каковы требования, предъявляемые к жаропрочным сталям?
23. В чем сущность явления ползучести?
24. Приведите определения предела ползучести и предела длительной прочности. Что такое скорость ползучести?
25. Какими способами можно повысить жаропрочность стали? Объясните природу упрочнения.
26. Приведите примеры жаропрочных сталей перлитного, мартенситного и аустенитного классов. Укажите их состав, обработку, свойства и области применения.
27. Каковы особенности и области применения металлокерамических сплавов?

Инструментальные стали

Классификация и маркировка инструментальных сталей. Стали, не обладающие и обладающие теплостойкостью. Стали для режущего, измерительного и штампового инструмента. Твердые сплавы.

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

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

Студент обязан уметь выбрать марку стали для инструмента различного назначения, расшифровать ее состав, назначить режим термической обработки, объяснить сущность происходящих при термической обработке превращений и указать получаемые структуру и свойства.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите химический состав сталей марок: У10, 9ХС, ХВГ, Р18, Р18Ф2, Р9К10, Р9М4К8, Х12, 6ХВ2С, Х12М.
2. Как классифицируются инструментальные стали?
3. Требования, предъявляемые к сталям для режущего инструмента.
4. Приведите примеры углеродистых и легированных сталей, используемых для режущего инструмента. Укажите их состав, режим термической обработки, структуру и свойства.
5. Укажите и расшифруйте основные марки быстрорежущей стали.
6. В чем сущность явления красностойкости и каким образом можно повысить красностойкость инструмента?
7. Какова термическая обработка быстрорежущей стали?
8. Как подразделяются штамповые стали? Требования, предъявляемые к штамповым сталям для деформирования металла в холодном состоянии и к сталям для деформирования металла в горячем состоянии.
9. Какие стали применяются для штампов холодной штамповки? Укажите их состав, термическую обработку, структуру и свойства.
10. Какие стали применяются для пресс-форм литья под давлением?
11. Какие требования предъявляются к сталям для измерительного инструмента? Укажите марки стали, их состав, термическую обработку, структуру и свойства.
12. Что представляют собой твердые сплавы? Каковы их свойства и преимущества?
13. Укажите марки твердых сплавов, их состав и назначение.

Специальные сплавы

В этом разделе изучают стали и сплавы, обладающие особыми физическими свойствами: магнитные, с заданным коэффициентом теплового расширения и электрическим сопротивлением, а также новые сплавы на основе титана, никеля, кобальта и тугоплавких металлов.

Необходимо знать требования, предъявляемые к каждой группе сплавов, и их назначение. В качестве примеров укажите две-три марки стали или сплава данной группы, расшифруйте их состав и укажите режим термической обработки с объяснением происходящих структурных превращений, охарактеризуйте получаемую структуру и свойства.

Обратите внимание на использование титановых сплавов как в качестве конструкционных, работающих при обычных температурах, так и в качестве жаропрочных. Уясните преимущества, предельные температуры и области использования сплавов на основе титана, никеля и кобальта.

Общая характеристика и перспективы использования сплавов на основе тугоплавких металлов (молибдена, вольфрама, хрома, тантала, ниобия, циркония).

Вопросы для самопроверки

1. Как классифицируются магнитные стали и сплавы? Требования, предъявляемые к магнитомягким и магнитотвердым материалам.
2. Какие вы знаете магнитомягкие стали и сплавы? Укажите их состав, свойства и назначение.
3. Какие вы знаете магнитотвердые материалы? Укажите их состав, термическую обработку, свойства и назначение.
4. Какие требования предъявляются к сплавам с высоким электросопротивлением? Приведите примеры таких сплавов с указанием их состава, структуры, свойств и области применения.
5. Приведите примеры сплавов с особенностями теплового расширения. Их состав, свойства и назначение.
6. Какие вы знаете сплавы с заданными упругими свойствами? Их состав, свойства и назначение.
7. Каковы особенности титановых сплавов и области их применения?
8. Какой термической обработке подвергают сплавы на основе титана?
9. Приведите примеры сплавов на основе титана. Укажите их состав, обработку, свойства и область применения.
10. То же, о сплавах на основе никеля.
11. То же, о сплавах на основе кобальта.
12. То же, о сплавах на основе тугоплавких металлов.

Алюминий, магний и их сплавы

Деформируемые и литейные сплавы.

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

Вопросы для самопроверки

1. Свойства и применение алюминия.
2. Как классифицируются алюминиевые сплавы?
3. Какие сплавы упрочняются путем термической обработки? Укажите их марки, состав, режим термической обработки, свойства.
4. В чем сущность процесса старения?
5. Какие сплавы упрочняются нагартовкой?
6. Какие вы знаете литейные алюминиевые сплавы? Приведите их марки, состав,

обработку, свойства.

7. Как и для чего производится модифицирование силумина?

8. Какие вы знаете жаропрочные алюминиевые сплавы? Укажите предельные рабочие температуры их использования.

9. Каковы свойства магния?

10. Как классифицируются магниевые сплавы?

11. Укажите марки, состав, обработку, свойства и назначение различных сплавов на основе магния.

Медь и ее сплавы

Латуни и бронзы.

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

Вопросы для самопроверки

1. Как влияют примеси на свойства чистой меди?
2. Как классифицируются медные сплавы?
3. Какие сплавы относятся к латуням?
4. Приведите несколько примеров латуней с указанием их состава, структуры, свойств и назначения.
5. Какие сплавы относятся к бронзам? Их маркировка и состав.
6. Укажите строение, свойства и назначение различных бронз.
7. Какой термической обработке подвергается бериллиевая бронза?

Композиционные материалы

Обратите внимание на принципиальное отличие композиционного материала, заключающееся в сочетании разнородных материалов с четкой границей раздела между ними. В связи с тем что композит обладает свойствами, которыми не может обладать ни один из его компонентов в отдельности, такие материалы становятся весьма перспективными в различных областях новой техники. Укажите свойства композитов в зависимости от вида матрицы и формы, размеров и взаимного расположения наполнителя. Уясните возможность использования композитов в качестве жаропрочных материалов и способы повышения их жаропрочности.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое композиты?
2. Как подразделяют композиты в зависимости от формы и размеров наполнителя?
3. Как подразделяют композиты по виду матрицы?
4. От чего зависят механические свойства композитов?
5. Какие композиционные материалы используют для работы при высоких температурах (жаропрочные)?

ЧАСТЬ II. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Общие сведения о неметаллических материалах и перспективах их использования.

Пластические массы

Классификация полимерных материалов. Свойства и области применения пластмасс

В основе неметаллических материалов лежат полимеры. Обратите внимание на особенности строения полимеров, которые определяют их механические и физико-химические свойства. Классификацию полимеров рассмотрите с учетом особенностей их состава и строения.

Пластические массы – искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связывающих веществ, которые являются обязательными компонентами пластмасс. Изучите различные группы пластических масс, их свойства и области применения.

Вопросы для самопроверки

1. Что лежит в основе классификации полимеров?
2. Какие материалы относятся к обратимым и необратимым полимерам?
3. Какие вы знаете наполнители пластмасс?
4. Для чего вводят в пластмассы отвердители?
5. Приведите примеры пластиков с твердыми наполнителями.
6. Укажите область применения термопластов и реактопластов.
7. В чем преимущества пластмасс по сравнению с металлическими материалами? Каковы их недостатки?

Резиновые материалы

Как технический материал резина отличается от других материалов высокими эластичными свойствами, что связано со свойствами самой основы резины – каучука. Уясните состав резины, способы получения и влияние различных добавок на ее свойства. Подробно рассмотрите влияние порошковых и органических наполнителей на свойства резины, изучите физико-механические свойства и области применения резин различных марок.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой резина?
2. Какие компоненты относятся к совмещающимся и как они влияют на свойства резины?
3. Объясните роль порошковых наполнителей.
4. В каких случаях применяются волокнистые наполнители.

Неорганические материалы

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. Разберитесь в изменении свойств стекла в зависимости от состава. Рассмотрите стеклокристаллические материалы (ситаллы) и их отличие от стекла минерального. Уясните причины образования кристаллической структуры ситаллов.

При изучении керамических материалов обратите внимание на отличие технической керамики от обычной. Разберитесь в химическом и фазовом составе технической керамики, ее свойствах и области применения.

Вопросы для самопроверки

1. Какие силикатные материалы относятся к минеральному стеклу? Их отличительные свойства.
2. Как достигаются электроизоляционные или электропроводящие свойства стекла?
3. Объясните причины, вызывающие кристаллизацию ситаллов (стеклокристаллитов).
4. Укажите область применения ситаллов.
5. В чем отличие технической керамики от обычной? Укажите область ее применения.

ЧАСТЬ III. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ

Проследите зависимость стоимости углеродистых сталей от их качества и способов выплавки. Сопоставьте стоимость серых, ковких и высокопрочных чугунов и различных сталей в зависимости от степени легирования. Проведите анализ факторов, влияющих на себестоимость термической и химико-термической обработки. Разберитесь в методике расчета экономической эффективности применения упрочняющих процессов с учетом долговечности деталей в эксплуатации. Обоснуйте области применения углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и неметаллических материалов.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Для решения предлагаемых задач по выбору материала и способа его обработки для изделий различного назначения следует использовать ГОСТы и таблицы в приложении.

Задача 1

Требуется изготовить вал диаметром 50 мм, работающий с большой нагрузкой. Выберите наиболее рациональную марку стали, расшифруйте ее состав, назначьте режим термической обработки, обеспечивающий наилучшее сочетание прочности, пластичности и вязкости по всему сечению вала. Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, приведите характеристики механических свойств после термической обработки.

Задача 2

Выберите наиболее рациональную марку стали или изготовления автомобильных рессор средней прочности. Расшифруйте состав выбранной стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий наилучшие

эксплуатационные свойства рессор. Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, приведите характеристики механических свойств после термической обработки.

Задача 3

Требуется изготовить сверла диаметром 10, 20 и 40 мм. Выберите наиболее рациональную марку стали для каждой группы сверл. Расшифруйте состав этих сталей, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий высокие режущие свойства инструмента. Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, опишите основные свойства после термической обработки. Укажите максимально допустимые температуры разогрева режущей кромки инструмента, изготовленного из выбранных вами сталей.

Задача 4

В наличии имеются три марки стали: 40, 40Х, 40ХНМА. Расшифруйте их состав. Выберите наиболее рациональную сталь для изготовления средненагруженного шатуна сечением до 20 мм. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий необходимый комплекс прочности и пластичности по всему сечению детали. Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, приведите характеристики механических свойств после термической обработки.

Задача 5

Выберите наиболее рациональную марку стали для изготовления шестерен, работающих в условиях износа при повышенных удельных нагрузках. Расшифруйте состав выбранной стали, назначьте и обоснуйте режим химико-термической и термической обработки, обеспечивающий необходимое для данного изделия сочетание высокой твердости поверхностного слоя и вязкой сердцевины. Опишите микроструктуру и приведите характеристики механических свойств поверхности и сердцевины шестерни. Укажите, какого наибольшего размера шестерни можно изготовить из выбранной вами стали.

Задача 6

Предлагаются три марки стали: У10, Р9, Р9М4К8. Расшифруйте их состав. Выберите из них сталь для изготовления фрез, предназначенных для обработки сплавов повышенной прочности. Объясните причину выбора именно данной стали. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий высокие режущие свойства инструмента. Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, опишите основные свойства после термической обработки.

Задача 7

Выберите наиболее рациональные марки стали для изготовления валов двигателя разных диаметров: 30, 50 и 100 мм. Расшифруйте состав выбранных сталей, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий наилучшее сочетание прочности, пластичности и вязкости по всему сечению вал? Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, приведите характеристики механических свойств после термической обработки.

Задача 8

Имеются стали различного состава: 60Г, 60С2, 50ХФ, 60С2ХФА. Расшифруйте их состав. Выберите сталь для изготовления пружин тяжело нагруженных механизмов машин. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий наилучшие эксплуатационные свойства

пружин. Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, приведите характеристики механических свойств после термической обработки.

Задача 9

Плашки в процессе обработки твердых материалов разогреваются до температур 600...620°C. Выберите сталь для изготовления плашек, работающих в таких условиях. Расшифруйте ее состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий высокие режущие свойства инструмента. Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, опишите основные свойства после термической обработки.

Задача 10

Из предлагаемых сталей различного состава (30, 30X, 30ХГСА) требуется выбрать наиболее рациональную для изготовления слабонагруженных деталей типа штифтов. Расшифруйте состав этих сталей, назовите, какую вы выбрали. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий надежную конструкционную прочность деталей. Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, приведите характеристики механических свойств после термической обработки. Укажите, какого наибольшего сечения изделия можно изготовить из выбранной вами стали.

Задача 11

Выберите сталь для изготовления крупногабаритных зубчатых колес автомобиля, работающих в условиях износа при высоких удельных нагрузках. Расшифруйте состав выбранной стали, назначьте и обоснуйте режим химико-термической и термической обработки, обеспечивающий необходимое для данного изделия сочетание высокой твердости поверхностного слоя и вязкой сердцевины. Опишите микроструктуру и приведите характеристики механических свойств поверхности и сердцевины зубчатых колес. Укажите размеры колес, изготавливаемых из выбранной вами стали.

Задача 12

Выберите сталь для изготовления протяжки сечением до 100 мм. Расшифруйте состав выбранной марки стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий высокие режущие свойства инструмента. Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, опишите основные свойства после термической обработки. Укажите максимально допустимые температуры разогрева режущей кромки инструмента, изготовленного из выбранной вами стали.

Задача 13

Выберите сталь для изготовления тяжело нагруженного коленчатого вала диаметром 60 мм. Расшифруйте состав выбранной марки стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий необходимый комплекс прочности и пластичности по всему сечению вала. Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, приведите характеристики механических свойств после термической обработки

Задача 14

Выберите сталь для изготовления пружин часовых механизмов. Расшифруйте состав выбранной стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий наилучшие эксплуатационные

свойства пружин. Охарактеризуйте и схематически зарисуйте микроструктуру, приведите характеристики механических свойств после термической обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П.* Материаловедение. М., 1980.
2. *Лахтин Ю.М.* Металловедение и термическая обработка. М., 1977.
3. *Гуляев А.И.* Металловедение. М., 1986.
4. *Мозберг Р.К.* Материаловедение. Таллин, 1976.
5. *Геллер Ю.А., Рахматдт А.Г.* Материаловедение. М., 1977.
6. *Арзамасов Б.Н.* Материаловедение. М., 1986.
7. *Перечень ГОСТов на стали и сплавы*

Пример решения задачи

Коленчатый вал большегрузного автомобиля изготавливается из стали 45. при механической обработке поковки до 50% металла уходило в стружку. Назовите вид и режим поверхностной упрочняющей обработки, позволяющей повысить твердость коренных и шатунных шеек вала не менее чем до 52 HRC при минимальных поводках и сохранении высокой конструкционной прочности. Предложите более экономичную технологию получения заготовки и материал, который может успешно заменить сталь и обеспечить высокую конструкционную прочность (предел прочности при растяжении не менее 600МПа). Опишите его строение, свойства и способ получения. Рекомендуйте наиболее прогрессивный способ поверхностного упрочнения шеек и галтелей вала, который полностью исключает поводки и деформирование и обеспечивает более высокую, чем при обычном упрочнении, износостойкость. Опишите строение упроченного слоя.

Решение. Сталь 45 является углеродистой качественной улучшаемой сталью и содержит (ГОСТ 1050-74) 0,42-0,50% С; 0,17-0,37% Si; 0,50-0,80% Mn; 0,25% Cr. Коленчатый вал воспринимает значительные динамические нагрузки. Он подвержен истиранию и изнашиванию в шейках усталостным напряжениям по галтелям и в местах выхода масляных каналов.

Наилучшую конструкционную прочность деталей машин такого типа обеспечивает улучшение (закалка с 830...840°C в воде и высокий отпуск 600...630°C на твердость 217...263 НВ) поковка после улучшения хорошо обрабатывается резанием. Для повышения износостойкости коренных и шатунных шеек, а также сопротивления галтелей усталости можно применить известные способы упрочнения: поверхностную закалку, наклеп, азотирование. Азотирование наиболее целесообразно для легированных сталей, к тому же является низкопроизводительным (весьма продолжительным) процессом упрочнения. Наклеп, обеспечивая повышение предела выносливости стали, в то же время не настолько повышает твердость и износостойкость, как поверхностная закалка.

Поверхностная закалка с нагревом ТВЧ является скоростным ,

высокопроизводительным процессом упрочнения, обеспечивающим значительное (до 60 HRC) повышение твердости, износостойкости, предела выносливости, изменение свойств тонкого поверхностного слоя и сохранение структуры сердцевины и конструкционной прочности. Учитывая выше изложенное, выбираем этот процесс. После закалки шеек вала с нагревом ТВЧ и низкого отпуска ($150...180^{\circ}\text{C}$) толщина упрочненного слоя для такой детали составляет 1,3...2 мм, его твердость 52...56 HRC, структура поверхности – мелкоигльчатый мартенсит, структура сердцевины – зернистый сорбит. При поверхностной закалке с нагревом ТВЧ поводка и деформирование вала невелики, так как нагреву подвергают небольшие локальные участки его поверхности.

Существенный недостаток приведенной технологии изготовления коленчатых валов – значительные (до 50%) потери металла в стружку при механической обработке поковки из-за неизбежных больших припусков. Если заменить поковку на литую заготовку, потери металла в стружку значительно сокращаются, что более экономично. Учитывая то, что сталь для коленчатого вала можно успешно заменить высокопрочным чугуном. А предел прочности выбранного материала должен быть соизмерим с пределом прочности стали 45 (улучшенной), выбираем высокопрочный чугун ВЧ 70 (ГОСТ 7293-85, предел прочности при растяжении 700 МПа). Высокопрочный чугун имеет структуру перлита и шаровидного графита. Его получают модифицированием магнием или церием жидкого чугуна в ковше. Частицы модификатора играют роль зародышей для формирования шаровидного графита.

Поверхностное упрочнение высокопрочного чугуна можно осуществить таким же способом, как и стали, но наиболее прогрессивным, высокопроизводительным и обеспечивающим максимальную степень упрочнения (повышение предела контактной выносливости на 60...70%, повышение в износостойкости более чем в 5 раз) является способ лазерной поверхностной закалки. Структура закаленного поверхностного слоя из ультрадисперсного мартенсита с более высокой, чем после закалки с нагревом ТВЧ, твердостью (до 8,5 МПа). Толщина упрочненного слоя – около 1мм, структура сердцевины – сорбит с шаровидными графитными включениями. Таким образом, предложенная технология является экономичной, высокопроизводительной и обеспечивает не менее эксплуатационные характеристики чугуна.