

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ПРОГРАММА И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСАМ

Учебно-методическое пособие

Пенза 2013

УДК 620.2:624.07 (075.8)

ББК 34

М34

Рекомендовано Редсоветом университета
Рецензент – кандидат технических наук, доцент
С.Н. Кислицына (ПГУАС)

Материаловедение и технология конструкционных материалов. Программа и контрольные задания: учеб.-метод пособие / И.Н. Петровнина, И.И. Романенко. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 48 с.

Изложены основные вопросы программы курсов «Материаловедение» и «Технология конструкционных материалов», даны рекомендации к выполнению контрольных работ, приведены задания к контрольным работам.

Учебно-методическое пособие подготовлено на кафедре «Механизация и автоматизация производства» и предназначено для использования студентами, обучающимися по направлениям подготовки 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и 190700.62 «Технология транспортных процессов», при выполнении контрольных работ.

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2013
© Петровнина И.Н., Романенко И.И., 2013

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Программа из двух частей:

- часть I – Материаловедение;
- часть II – Технология конструкционных материалов.

Материаловедение занимается изучением зависимости между составом, строением и свойствами металлических сплавов и неметаллических материалов, а также закономерностей их изменения под воздействием внешних факторов: тепловых, химических, механических, электромагнитных и радиоактивных.

Материаловедение включает следующие разделы:

Введение.

1. Строение металлов и кристаллизация.
2. Механические свойства материалов.
3. Пластическая деформация и рекристаллизация.
4. Теория металлических сплавов.
5. Железо и сплавы на его основе.
6. Теория термической обработки стали.
7. Технология термической обработки стали.
8. Способы поверхностного упрочнения сталей.
9. Стали (конструкционные стали общего и специального назначения, инструментальные стали).
10. Сплавы цветных металлов.
11. Металлы и сплавы с особыми свойствами и электротехнические материалы.
12. Неметаллические, порошковые и композиционные материалы.

Технология конструкционных материалов рассматривает вопросы формообразования заготовок и готовых деталей различными способами. Она включает следующие разделы:

1. Производство черных и цветных металлов.
2. Литейное производство.
3. Обработка металлов давлением.
4. Сварочное производство.
5. Обработка резанием.

В результате изучения курсов студенты должны не только получить знания о свойствах материалов и физической сущности явлений, связанных с их обработкой, в процессе изготовления деталей и их эксплуатации, но и уметь правильно назначать режимы механической обработки материалов, обеспечивающие не только высокую производительность при изготовлении деталей, но и их эксплуатационную надежность.

Основной формой изучения курсов «Материаловедение» и «Технология конструкционных материалов» является самостоятельная работа студентов над рекомендуемой учебной литературой.

Освоить теоретический курс студентам помогут контрольные вопросы, приведенные в данном учебно-методическом пособии.

Студенты должны выполнить контрольные работы, затем выслать их в университет на рецензию и защитить их.

В случае возникновения у студентов затруднений при выполнении контрольных работ они могут обратиться на кафедру «Механизация и автоматизация производства» за письменной консультацией или получить устное разъяснение непосредственно на кафедре в дни и часы, предусмотренные расписанием.

Контрольную работу следует выполнять в виде пояснительной записки с необходимыми расчетами, схемами и мотивировками принятых решений.

На страницах следует оставить поля для замечаний рецензента.

Текст заданий необходимо переписывать полностью, вместе со своим вариантом данных. Номера вариантов определяются в соответствии с двумя последними цифрами шифра, как указано в заданиях.

В конце контрольной работы следует привести список использованной литературы, поставить дату и подпись.

Контрольные работы должны быть положительно оценены (зачтены) до начала экзаменационной сессии.

Работы, не соответствующие нужному варианту или выполненные не в полном объеме, возвращаются студенту.

Во время сессии студенты должны прослушать курс лекций и выполнить определенное количество лабораторных работ. Выполнение всех лабораторных работ и их защита являются обязательными.

2. ПРОГРАММЫ КУРСОВ

Введение

Цель, задачи и значение курсов «Материаловедение» и «Технология конструкционных материалов». Роль материала и его характеристик в обеспечении надежной эксплуатации изделий. Исторический обзор развития науки о конструкционных материалах. Применение металлов и неметаллических материалов в автомобилестроении и ремонтном производстве. Дальнейшее развитие производства черных и цветных металлов и их сплавов, неметаллических конструкционных материалов, внедрение прогрессивной технологии производства материалов.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

1. Строение металлов и кристаллизация

Классификация металлов. Характерные свойства металлов и металлических сплавов: механические, физические, химические и технологические.

Атомно-кристаллическое строение металлов. Основные типы кристаллических решеток металлов и их характеристики. Явление полиморфизма. Анизотропия свойств металлов.

Виды дефектов кристаллического строения и их влияние на свойства металлов. Точечные дефекты. Линейные дефекты. Основные типы дислокаций. Поверхностные дефекты.

Общие понятия о диффузии в металлах.

Методы исследования структуры металлов. Исследование макроструктуры металлов. Металлографический анализ микроструктуры.

Кристаллизация металлов. Термодинамические основы, механизм и кинетика кристаллизации металлов. Термические кривые охлаждения при кристаллизации чистых металлов. Самопроизвольное и гетерогенное образование и рост кристаллических зародышей. Строение металлического слитка.

Контрольные вопросы

1. Чем объясняются высокие электро- и теплопроводность металлов?
2. Что такое элементарная кристаллическая ячейка?

3. Что такое параметр кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число?

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

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

6. Опишите поверхностные несовершенства (дефекты) кристаллического строения реальных металлов и укажите их влияние на свойства металлов и металлических сплавов.

7. Дайте характеристику линейным несовершенствам кристаллического строения металлов и сплавов. Как влияют линейные несовершенства на их свойства?

8. В чем различие между макроструктурой и микроструктурой металлов?

9. Что такое мозаичная (или блочная) структура металла?

10. Опишите точечные несовершенства кристаллического строения металла. Какое влияние оказывают точечные дефекты на свойства металлических материалов?

2. Механические свойства материалов

Стандартные механические свойства: твердость; свойства, определяемые при статическом растяжении; вязкость разрушения; ударная вязкость; сопротивление усталости. Явление хладноломкости. Свойства, обуславливающие сопротивление металла хрупкому внезапному разрушению (работа зарождения и распространения трещин, вязкость разрушения, живучесть). Свойства металлов, определяющие долговечность изделий (износостойкость, сопротивление усталости, контактная выносливость).

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Дайте определение ударной вязкости (KCV). Опишите методику измерения этой характеристики механических свойств металла.

2. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность металлов и сплавов? Как эти характеристики определяются?

3. Дайте определение твердости. Какими методами измеряют твердость металлов и сплавов? Опишите их.

4. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается пластичность металлов и сплавов? Как они определяются?

5. Что такое предел выносливости? Опишите методику определения этой характеристики свойств металлов.

6. Что такое порог хладноломкости? Как определяется эта характеристика?

3. Пластическая деформация и рекристаллизация

Напряжения и деформация. Упругая деформация. Пластическая деформация моно- и поликристаллов. Механизм пластической деформации. Образование плоскостей скольжения и двойникования. Влияние пластической деформации на структуру металлов. Текстура деформации. Влияние пластической деформации на свойства металла – деформационное упрочнение (наклеп). Сверхпластичность металлов и сплавов.

Влияние нагрева на структуру деформированного металла. Возврат и полигонизация. Первичная рекристаллизация. Собираательная и вторичная рекристаллизация. Факторы, влияющие на размер зерна, после рекристаллизации. Текстура рекристаллизации. Влияние нагрева на свойства деформированного металла – разупрочнение. Холодная и горячая деформация.

Вязкое и хрупкое разрушение металлов.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Объясните, в чем заключается различие между упругой и пластической деформацией?

2. Опишите, как изменяются строение и свойства металла в процессе холодной пластической деформации.

3. В чем заключается сущность явления наклепа и какое оно имеет практическое использование. Приведите примеры.

4. Как изменяются свойства деформированного металла при нагревании? В чем заключается сущность процесса возврата?

5. Объясните сущность процессов первичной и вторичной рекристаллизации.

6. В чем различие между холодной и горячей пластическими деформациями? Опишите особенности обоих видов деформации.

7. Каково назначение рекристаллизационного отжига и как он осуществляется? Приведите несколько конкретных примеров.

8. Опишите признаки вязкого и хрупкого разрушения. Объясните механизм образования и роста трещины. Укажите особенности структуры вязкого и хрупкого изломов.

4. Теория металлических сплавов

Типы фаз, образующихся в металлических сплавах (твердые растворы, механические смеси, химические соединения).

Процессы кристаллизации и фазовые превращения в сплавах. Методика построения диаграмм состояния. Диаграммы состояния для случаев полной нерастворимости, неограниченной и ограниченной растворимости компонентов в твердом виде, а также для случая образования устойчивого химического соединения. Правило фаз. Правила концентраций и отрезков. Связь между диаграммами состояния и свойствами сплавов.

Ликвация в сплавах – внутрикристаллическая (дендритная), зональная и по плотности.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Что такое компонент, фаза, физико-химическая система, число степеней свободы?

2. Объясните принцип построения кривых нагревания и охлаждения с помощью правила фаз. Постройте с применением правила фаз кривую нагревания для железа.

3. Что такое твердый раствор? Назовите виды твердых растворов. Приведите примеры.

4. 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?

5. Что такое эвтектика? Приведите пример какого-либо сплава, имеющего строение эвтектики. Объясните различие между эвтектическим и эвтектоидным превращением.

6. Начертите диаграмму состояния сплавов свинец – сурьма. Укажите структуры во всех областях и опишите процессы, протекающие при охлаждении сплава, содержащего 80 % сурьмы. Назовите критические точки начала и конца кристаллизации и окончательную структуру сплава. Пользуясь правилом отрезков, определите по диаграмме, сколько сурьмы и эвтектики будет в сплаве после затвердевания.

7. Начертите диаграмму состояния медь – никель. Постройте кривую охлаждения сплава, содержащего 50 % никеля, укажите превра-

щения в каждой точке и конечную структуру сплава. Определите число фаз, их состав и количество при температуре 1200 °С.

8. Что такое ликвация? Укажите причины ее возникновения и способы устранения.

5. Железо и сплавы на его основе

Компоненты и фазы в системе железо – углерод. Диаграмма состояния железо – цементит. Структурные составляющие сплавов железо-цементит, их характеристики, условия образования и свойства.

Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. Классификация сталей и маркировка сталей. Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа. Диаграмма фазового равновесия железо – легирующий элемент. Фазы, образуемые легирующими элементами в сплавах железа (твердые растворы, карбиды, интерметаллиды). Влияние легирующих элементов на свойства феррита и аустенита. Структурные классы легированных сталей в условиях равновесия.

Свойства и назначение чугунов. Диаграмма состояния железо – углерод – кремний. Белый и отбеленный чугун. Влияние углерода, кремния и скорости охлаждения на структуру серого чугуна. Влияние постоянных примесей на свойства чугуна. Маркировка чугунов. Серый чугун. Модифицированный серый чугун. Ковкий чугун. Высокопрочный чугун. Специальные чугуны.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Что такое феррит, аустенит, цементит, перлит и ледебурит?
2. Какие превращения происходят в железоуглеродистых сплавах при температурах A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_{cm} ?
3. Как влияют легирующие элементы на положение критических точек железа и стали? Какие легирующие элементы являются карбидообразующими? Какие легирующие элементы способствуют графитизации? Как влияют легирующие элементы на свойства феррита и аустенита?
4. Приведите классификацию легированных сталей по структуре в равновесном состоянии.
5. В чем отличие серого чугуна от белого?
6. Дайте классификацию и объясните принцип маркировки серых чугунов.
7. Как получают высокопрочный чугун? Укажите его строение, назначение и свойства.
8. В чем различие в строении ковкого и модифицированного чугунов?

6. Теория термической обработки стали

Превращение при нагреве ферритоцементитной структуры в аустенит. Рост зерна аустенита. Влияние размера зерна на механические и технологические свойства стали. Влияние легирующих элементов на рост зерна аустенита.

Превращения переохлажденного аустенита. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Перлитное превращение. Механизм перлитного превращения. Влияние степени переохлаждения аустенита на строение и свойства перлита (сорбита, троостита).

Мартенситное превращение. Влияние легирующих элементов на мартенситное превращение.

Промежуточное (бейнитное) превращение. Строение и свойства продуктов промежуточного превращения аустенита.

Влияние легирующих элементов на изотермический распад переохлажденного аустенита. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. Критическая скорость охлаждения и факторы, влияющие на нее.

Превращения при нагреве закаленной на мартенсит стали (отпуск стали).

Влияние температуры и продолжительности нагрева (отпуска) на фазовые и структурные превращения. Обратимая и необратимая хрупкость стали. Старение стали.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Опишите механизм образования аустенита при нагреве стали.
2. Что такое мартенсит и в чем сущность и особенности мартенситного превращения?
3. Опишите сущность превращений, происходящих при отпуске.
4. Объясните, чем отличаются структуры троостита, сорбита и перлита отпуска от одноименных структур, образующихся при распаде переохлажденного аустенита.
5. Каким образом влияют легирующие элементы на мартенситное превращение?
6. Что такое критическая скорость закалки?
7. В чем заключается сущность явления отпускной хрупкости? Как можно устранить отпускную хрупкость второго рода?

7. Технология термической обработки стали

Отжиг первого и второго рода. Назначение отжига. Полный и неполный отжиг доэвтектоидной стали. Изотермический отжиг. Сфероидизация. Нормализация стали.

Закалка стали. Выбор температуры закалки. Продолжительность нагрева. Контролируемые атмосферы. Закалочные среды. Дефекты, возникающие при закалке. Методы закалки. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Обработка стали холодом. Поверхностная закалка, ее виды и области применения.

Отпуск стали. Виды и назначение отпуска.

Термомеханическая обработка стали.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Дайте определение основных процессов термической обработки: отжига, нормализации и закалки.
2. Перечислите разновидности отжига, укажите их назначение.
3. Почему для заэвтектоидных сталей применяют только неполный отжиг?
4. С какой целью проводят нормализацию заэвтектоидной стали?
5. Почему закалку заэвтектоидной стали не следует проводить при температуре выше $t_{A_{cm}}$?
6. Каким способом можно предотвратить окисление и обезуглероживание при нагреве стали под термическую обработку?
7. В чем разница между ступенчатой и изотермической закалкой?
8. Как можно устранить остаточный аустенит в структуре высокоуглеродистой или легированной стали?
9. От чего зависят закаливаемость и прокаливаемость?
10. Каким видом отпуска достигается максимальный предел упругости? Как называется получаемая структура?
11. Влияет ли скорость охлаждения при отпуске углеродистой стали на получаемую структуру?

8. Способы поверхностного упрочнения стали

Физические основы химико-термической обработки.

Назначение и виды цементации. Стали для цементации. Механизм образования и строение цементованного слоя. Термическая обработка после цементации и свойства цементованных деталей. Нитроцементация стали.

Азотирование стали. Механизм образования и строение азотированного слоя. Стали для азотирования.

Цианирование стали.

Силицирование. Борирование. Диффузионная металлизация (алитирование, хромирование и др.).

Методы поверхностного упрочнения (дробеструйная обработка, обработка роликами и др.). Влияние поверхностного наклепа на предел выносливости. Применение поверхностного наклепа в машиностроении.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Какие элементарные процессы включает в себя химико-термическая обработка?

2. Какой термической обработке подвергают детали после цементации?

3. С какой целью и каким образом производится нитроцементация стали?

4. Какие преимущества имеет процесс цианирования по сравнению с цементацией?

5. Требуется произвести поверхностное упрочнение изделий из стали 15. Назначьте вид обработки, опишите технологию, происходящие в стали превращения, структуру и свойства поверхности и сердцевины изделия.

6. Как изменяются свойства изделий при дробеструйной обработке? Укажите природу этих изменений? Как влияет поверхностное упрочнение на эксплуатационные характеристики изделий?

9. Стали

Требования, предъявляемые к конструкционным сталям.

Строительные стали (углеродистые стали обыкновенного качества, низколегированные стали). Машиностроительные углеродистые и легированные стали. Цементуемые, улучшаемые, пружинные стали.

Высокопрочные мартенситно-стареющие стали. Износостойкие и шарикоподшипниковые стали. Основные марки, назначение, термическая обработка.

Конструкционные коррозионно-стойкие стали (мартенситного, мартенситно-ферритного и аустенитного классов). Коррозионно-стойкие сплавы на никелевой основе. Жаростойкие стали.

Жаропрочность. Пути повышения жаропрочности. Жаропрочные стали перлитного, мартенситного и мартенситно-ферритного классов. Жаропрочные стали аустенитного класса. Жаропрочные сплавы на железоникелевой и никелевой основе.

Требования, предъявляемые к инструментальным сталям. Понятие теплостойкости. Классификация инструментальных сталей.

Стали для режущего инструмента. Стали пониженной и повышенной прокаливаемости. Быстрорежущие стали. Основные марки. Роль легирующих элементов и фазовый состав стали. Фазовые превращения в быстрорежущих сталях. Термическая обработка инструмента. Твердые сплавы.

Штамповые стали. Требования, предъявляемые к данным сталям. Роль легирующих элементов. Стали для штампов при деформировании металла в горячем и холодном состояниях. Основные марки, термическая обработка, области применения.

Стали для измерительного инструмента. Требования, предъявляемые к данным сталям. Марки, термическая обработка.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Укажите химический состав сталей марок: 40, 20Х, 30ХГСА, 50Г, Г13, ШХ15, 18Х2Н4ВА, 5ХНМ, Х18Н9Т, Н18К8М5Т.

2. Для изготовления каких изделий применяются стали марок Ст3кп, 15, 40ХГТ, 65СГ, ХВГ?

3. Какую термическую обработку назначают сталям 25Х, 30ХГСА, 60С2? Укажите структуру, образующуюся в каждом случае.

4. Какие требования предъявляют к сталям, предназначенным для изготовления подшипников? Укажите марки применяемых сталей и методы их упрочнения.

5. Какую сталь целесообразно использовать для изготовления зубьев ковшей экскаваторов, работающих в условиях ударных нагрузок и абразивного изнашивания?

6. Что такое межкристаллитная коррозия? Назовите способы ее устранения.

7. Что такое жаростойкость? Перечислите легирующие элементы, используемые для повышения жаростойкости стали.

8. Что такое жаропрочность? Назовите способы упрочнения, применяемые для повышения жаропрочности стали.

9. Для изготовления силовых лопаток авиационных газовых турбин выбран сплав ХН77ТЮР. Укажите состав и определите группу сплава по назначению. Назначьте режим термической обработки и опишите влияние температуры на характеристики жаропрочности этого сплава в сравнении с жаропрочными сталями.

10. Что такое теплостойкость стали? Укажите причину высокой теплостойкости быстрорежущих сталей.

11. Выберите углеродистую сталь для изготовления напильников. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства инструмента после термической обработки.

12. Какой химический состав имеют твердые сплавы марок ВК2, Т5К10, ТТ7К12? Укажите область их применения.

13. Какие стали применяют для изготовления штампов горячего и холодного деформирования? Назовите их термическую обработку.

10. Сплавы цветных металлов

Алюминий и его сплавы. Взаимодействие алюминия с легирующими элементами и примесями. Гомогенизация и отжиг алюминиевых сплавов. Закалка и старение сплавов алюминия. Сплавы алюминия, упрочняемые и неупрочняемые термической обработкой. Литейные и специальные сплавы алюминия.

Медь и ее сплавы. Свойства и применение меди. Латунни, их свойства, маркировка и применение. Бронзы. Деформируемые и литейные бронзы. Состав и свойства бронз, их маркировка и применение.

Титан и его сплавы. Классификация титана и его сплавов. Взаимодействие титана с легирующими элементами. Коррозионная стойкость и жаропрочность сплавов титана. Марки, термическая обработка, применение.

Антифрикционные сплавы на основе олова, свинца, цинка и алюминия. Многослойные подшипники.

Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию алюминиевых сплавов. Какие сплавы не упрочняются путем термической обработки?

2. Чем отличается естественное старение алюминиевых сплавов от искусственного?

3. Для поршней двигателя внутреннего сгорания, работающих при температурах 200-250 °С, используют сплав АЛ1. Расшифруйте состав и укажите способ изготовления деталей из данного сплава. Опишите упрочняющую обработку и кратко объясните природу упрочнения сплава.

4. Для изготовления различных деталей самолета выбраны сплавы ВТ22, Д1 и АМгЗ. Расшифруйте состав, опишите способы упрочнения указанных сплавов и объясните природу упрочнения. Укажите характеристики механических свойств сплавов.

5. В чем заключается отличие латуней от бронз? Опишите принцип их маркировки.

6. Какое влияние оказывает цинк на механические свойства латуней? Какая латунь обладает наибольшей прочностью?

7. Назовите полиморфные модификации титана. Как маркируют титановые сплавы?

8. Какие бронзы используют в качестве антифрикционных материалов?

9. Какие материалы называют антифрикционными? Перечислите требования, предъявляемые к ним.

10. Назовите достоинства и недостатки оловянных и свинцовых баббитов.

11. Металлы и сплавы с особыми свойствами и электротехнические материалы

Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения (инвар, суперинвар, ковар, платинит).

Материалы с особыми магнитными свойствами. Состав, свойства и назначение магнитно-твердых материалов. Магнитно-мягкие материалы: состав, применение и свойства.

Материалы с особыми электрическими свойствами. Классификация проводниковых материалов. Металлы высокой электрической проводимости (медь, алюминий, железо). Сплавы с повышенным удельным электрическим сопротивлением (манганин, константан, нихромы, фехраль и т.д.)

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Каким основным свойством характеризуется платинит?

2. Какой материал называют мягкой медью?

3. Какое влияние оказывают на электропроводность меди растворимые в ней примеси?

4. Для каких целей применяют электротехнические стали?

5. Дайте классификацию магнитных сталей и сплавов. Перечислите требования, предъявляемые к магнитно-мягким и магнитно-твердым материалам.

6. Приведите в пример магнитно-мягкие материалы. Укажите их состав, свойства и назначение.

7. Какое применение получили литые сплавы типа алнико?

8. Какие металлы относят к ферромагнитным?

12. Неметаллические, порошковые и композиционные материалы

Классификация полимерных материалов. Физическое состояние полимеров в зависимости от температуры.

Термопластичные полимерные материалы (полиэтилен, полиамид, поливинилхлорид и т.д.)

Термореактивные полимерные материалы. Связующие. Наполнители, их назначение, виды. Поропласты и пенопласты. Пластмассы с порошковыми, волокнистыми, листовыми наполнителями. Их свойства, применение.

Резиновые материалы: строение, свойства и область применения.

Неорганические стекла.

Порошковые материалы. Их свойства, преимущества и недостатки, способы получения. Конструкционные, инструментальные и специальные порошковые материалы. Области их применения в машиностроении.

Принцип образования композиционных материалов. Требования, предъявляемые к упрочнителям и матрицам. Упрочнение дисперсными частицами, волокнами и листовыми упрочнителями. Взаимодействие в композиционных материалах. Общие сведения о методах изготовления композиционных материалов. Композиционные материалы с металлической матрицей. Композиционные материалы с полимерной матрицей. Свойства композиционных материалов и области их применения.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Что такое полимеризация и поликонденсация полимеров?
2. Какое строение и свойства имеют полимеры?
3. Что такое термопластичные и термореактивные пластмассы? Перечислите их свойства.
4. Что такое пластмассы? Укажите их состав и назначение каждого из входящих компонентов.
5. Что такое резина? Как ее получают? Укажите состав резины и назначение компонентов.
6. Какие свойства и применение имеют резины?
7. Какое строение и какие свойства имеют неорганические стекла?
8. Назовите достоинства и недостатки порошковых материалов.
9. Что такое композиционный материал? Как подразделяют композиты в зависимости от формы и размеров наполнителя?
10. В чем заключается технология получения композитов?

11. От чего зависит прочность композитов?
12. Что такое карбоволокониты? Укажите их свойства и область применения.
13. Что такое бороволокониты? Укажите их свойства и область применения.
14. В чем преимущества композиционных материалов перед металлическими сплавами?

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. Производство черных и цветных металлов

Производство чугуна. Исходные материалы, применяемые в производстве чугуна (железная руда, флюсы, топливо), их характеристика. Подготовка материалов к доменной плавке.

Доменная печь, конструкция печи, сущность доменного процесса (физико-химические процессы). Продукты доменного производства. Характеристика чугунов (литейных, передельных, специальных).

Производство стали. Сущность передела чугуна в сталь. Производство стали в кислородных конвертерах, в мартеновских и электропечах. Раскисление и способы разливки стали. Кипящая, спокойная и полуспокойная сталь, строение их слитков, применение. Методы повышения чистоты сталей: обработка синтетическим шлаком, вакуумирование, электрошлаковый переплав. Бездоменное производство стали.

Производство меди и алюминия.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Перечислите исходные материалы, используемые для получения чугуна в доменной печи. Укажите требования к ним и способы их подготовки к доменной плавке.
2. Какое назначение имеют регенераторы в мартеновской печи?
3. В чем заключается процесс получения стали в дуговой электрической печи. Укажите достоинства этого способа плавки.
4. Опишите способ непрерывной разливки стали. Назовите его достоинства.
5. В чем заключается сущность обработки стали в ковшах?

6. Назовите достоинства способа обработки стали синтетическим шлаком?

7. Перечислите основные способы получения меди из руд. В чем заключается сущность пирометаллургического способа?

8. В чем заключается сущность электролиза глинозема? Укажите назначение криолита.

2. Литейное производство

Технологическая схема получения отливки. Модельный комплект.

Формовочные материалы, их виды, назначение и свойства. Требования, предъявляемые к формовочным материалам. Приготовление смесей для форм и стержней.

Формовка с помощью моделей и модельных плит. Литниковая система, ее назначение, принцип устройства. Машинная формовка.

Литейные свойства металлов и сплавов: температура плавления и заливки, жидкотекучесть, усадка. Литейные материалы.

Способы плавления металлов.

Заливка металлом форм. Выбивка отливок из форм и очистка отливок.

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

Особенности технологии изготовления отливок из чугуна, стали и цветных сплавов.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Приведите классификацию способов изготовления отливок.
2. Перечислите элементы литейной формы.
3. Укажите требования, предъявляемые к формовочным смесям?
4. Назовите элементы литниковой системы.
5. В чем достоинство литья в металлические формы (кокили)?
6. Каковы достоинства и недостатки литья под давлением?
7. Перечислите основные операции для получения отливок по выплавляемым моделям.
8. В чем достоинство чугуна как литейного материала?
9. Для каких сплавов применяется центробежное литье?

3. Обработка металлов давлением

Физико-механические основы обработки металлов давлением. Пластическая деформация металлов и структурные изменения. Холодная и горячая обработка металлов давлением. Влияние различных факторов на пластичность металлов. Назначение и режимы термического нагрева. Нагревательные печи и их устройство.

Прокатка. Сущность процесса прокатки. Схема прокатного стана. Рабочие валки и их калибровка. Сортамент проката: сортовой прокат, листовой, трубы и профили специального назначения. Понятие о технологии прокатки бесшовных труб.

Волочение. Сущность процесса и применяемое оборудование. Получаемая продукция и область ее применения.

Прессование. Сущность процесса прессования. Прямое и обратное прессование. Оборудование для прессования, получаемая продукция и область ее применения.

Ковка. Сущность технологического процесса свободной ковки. Применяемое оборудование и приспособления. Исходные материалы для ковки, получаемая продукция и область применения.

Штамповка. Общие сведения об объемной горячей и холодной штамповке, области применения. Технология штамповки на молотах: одноручьева и многоручьева. Молотовые штампы. Холодная высадка. Сущность процесса листовой штамповки. Технология листовой штамповки.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Как выбирают температуру для холодной и горячей обработки давлением?

2. Какое оборудование применяют для нагрева заготовок при горячей обработке давлением?

3. Укажите назначение блюмингов и слябингов.

4. Что называют сортаментом проката?

5. Назовите достоинства и недостатки процесса прессования.

6. Какие изделия получают путем волочения? Что такое волока? Из каких материалов ее изготавливают?

7. Объясните, чем отличаются молоты для штамповки от молотов для свободной ковки.

8. Для получения каких деталей применяется штамповка в многоручьевых штампах?

9. Какие изделия получают холодной листовой штамповкой?

4. Сварочное производство

Физическая сущность образования сварного соединения. Определение сварки. Классификация видов сварки. Понятие о свариваемости металлов. Виды сварных соединений и швов.

Дуговая сварка металлов. Электрическая дуга и ее свойства. Особенности горения дуги при постоянном и переменном токе. Перенос металла с электрода в сварочную ванну. Оборудование и приспособления для дуговой сварки. Сварочная проволока. Электроды для дуговой сварки. Технология дуговой сварки.

Автоматическая и полуавтоматическая сварка под слоем флюса. Сварка в среде защитных газов.

Контактная сварка металлов. Сущность и технологические схемы контактной сварки: стыковой, точечной и шовной.

Газовая сварка металлов. Газы, применяемые при сварке. Аппаратура для газовой сварки. Сварочное ацетиленокислородное пламя, его зоны. Присадочные материалы при газовой сварке. Технология газовой сварки. Газовая резка. Требования к металлам, которые подвергаются газовой резке.

Электрошлаковая сварка. Лучевые способы сварки. Диффузионная сварка. Сварка трением. Ультразвуковая сварка. Сварка взрывом. Холодная сварка.

Дефекты сварных соединений. Контроль качества сварных соединений.

Сущность процесса электродуговой резки металлов. Плазменная резка. Область применения каждого метода резки.

Наплавка. Виды и способы восстановления деталей наплавкой износостойких материалов. Напыление.

Пайка металлов. Припой. Флюсы. Технологический процесс пайки. Способы пайки.

Контрольные вопросы

1. Что называется свариваемостью? Является ли сталь, содержащая 0,18 % углерода, 12 % никеля, 1,4 % марганца, 0,7 % кремния и 0,07 % фосфора, хорошо свариваемой?

2. Назовите способы дуговой сварки, различающиеся по виду электрода, по роду сварочного тока, по полярности сварочного тока, по характеру воздействия дуги на основной металл.

3. Какие силы оказывают воздействие на плавящийся металл электрода при переходе на свариваемый металл?

4. Какие защитные газы используются при сварке?

5. Назовите отличия стыковой сварки сопротивлением от сварки оплавлением.

6. Укажите, каким требованиям должен удовлетворять металл, подвергаемый газовой резке? В чем отличие газового резака от газовой горелки?

7. Как производится электрошлаковая сварка?

8. Каковы области применения электронно-лучевой и лазерной сварки?

9. В чем заключается роль ультразвуковых колебаний при ультразвуковой сварке?

10. Укажите назначение флюсов при пайке.

5. Обработка резанием

Процесс резания. Основные способы обработки металлов резанием. Клин – основная форма режущей части инструмента. Элементы и геометрические параметры токарного резца. Понятие о режимах резания.

Материалы для изготовления режущих инструментов. Углеродистые, легированные и быстрорежущие стали. Металлокерамические твердые сплавы и минералокерамические материалы. Сверхтвердые материалы.

Процесс образования стружки при резании конструкционных материалов. Виды стружек. Явления, сопровождающие процесс резания металлов (наrost, упрочнение металла, усадка стружки). Тепловые явления в процессе резания. Износ режущих инструментов. Параметры износа. Смазочно-охлаждающие жидкости. Вибрации при резании металлов.

Металлорежущие станки. Классификация металлорежущих станков по характеру выполняемых работ и степени их автоматизации.

Технологические возможности и область применения основных способов резания.

Точение. Основные виды токарных работ. Виды токарных резцов. Параметры режима резания при точении. Силы, действующие в процессе резания при точении.

Сверление и обработка отверстий. Инструменты для сверления и обработки отверстий. Параметры режима и силы резания при сверлении.

Фрезерование. Инструмент, применяемый при фрезеровании. Параметры режима и силы резания при фрезеровании.

Строгание. Протягивание.

Шлифование. Основные понятия о процессе резания при шлифовании. Инструмент и материалы, применяемые при шлифовании. Виды шлифования. Параметры режима и силы резания при шлифовании.

Методы отделочной обработки поверхностей.

Электрофизические и электрохимические методы обработки поверхностей заготовок (электроискровая, электроимпульсная, электроконтактная, ультразвуковая, светолучевая, анодно-механическая).

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Какие виды стружки образуются при резке металла?
2. Из каких материалов изготавливают токарные резцы?
3. Какое движение является главным (движением резания), а какое – вспомогательным (движением подачи) в токарных станках?
4. Перечислите параметры режима резания при точении.
5. Назовите основные элементы токарного станка и их функциональное назначение.
6. Перечислите инструменты для сверления и обработки отверстий, укажите область их применения.
7. Назовите основные типы фрез и укажите область их применения.
8. Перечислите абразивные материалы и их свойства.
9. В чем заключается сущность электроискровой обработки металлов?
10. Назовите достоинства, недостатки и область применения электроконтактной обработки.
11. В каких случаях целесообразно применять ультразвуковой способ обработки?

3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1

Задание 1

Дать определение или краткое описание следующих понятий и ответить на поставленные вопросы.

Номер варианта определяется по предпоследней цифре шифра.

В а р и а н т 0

1. Какие из распространенных металлов имеют гексагональный тип кристаллической решетки? Вычертите элементарную ячейку и укажите ее параметры.

2. Прокаткой при комнатной температуре получена оловянная фольга. Твердость олова при прокатке осталась неизменной. Объясните, какими процессами сопровождается деформирование олова при комнатной температуре и как при этом изменяются его структура и свойства.

В а р и а н т 1

1. Какие из распространенных металлов имеют гранецентрированную кристаллическую кубическую решетку? Вычертите элементарную ячейку и укажите ее параметры.

2. Объясните, почему пластическую деформацию свинца при комнатной температуре считают горячей деформацией, а деформация вольфрама при температуре 1000 °С является холодной пластической деформацией.

В а р и а н т 2

1. Охарактеризуйте параметры процесса кристаллизации. Укажите их влияние на величину зерна кристаллизующегося металла.

2. Каким видом пластической деформации (холодной или горячей) является деформирование железа при температуре 500 °С? Объясните, как при этом изменяются структура и свойства железа.

В а р и а н т 3

1. Вычертите диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии. Укажите структурные

составляющие во всех областях диаграммы и опишите строение типичных сплавов различного состава, встречающихся в этой системе.

2. Что такое горячая пластическая деформация? Какие процессы происходят при горячей пластической деформации? Опишите характер изменения структуры и свойств металла в результате горячей пластической деформации.

В а р и а н т 4

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу. Изобразите кривые нагрева и охлаждения чистого железа. Укажите все критические точки, кристаллические решетки и свойства всех модификаций железа.

2. Какой термической обработкой можно восстановить пластичность холоднодеформированных полос из стали 10? Назначьте режим термической обработки и опишите сущность происходящих процессов.

В а р и а н т 5

1. Опишите линейные несовершенства кристаллического строения. Каким образом указанные дефекты кристаллического строения влияют на свойства металлов и сплавов.

2. Прутки олова были деформированы при температуре 20 °С. Объясните, почему эти прутки не упрочнились при деформировании, и опишите процессы, протекающие при этом.

В а р и а н т 6

1. Как влияет скорость охлаждения на строение кристаллизующегося металла? Объясните сущность оказанного воздействия.

2. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность и пластичность металлов? Опишите методику определения данных характеристик.

В а р и а н т 7

1. Объясните сущность явления дендритной ликвации. Опишите методы ее устранения.

2. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаных медных лент? Назначьте режим термической обработки и опишите сущность происходящих процессов.

В а р и а н т 8

1. Какие из распространенных металлов имеют объемно-центрированную кубическую решетку? Вычертите элементарную ячейку и укажите ее параметры.

2. Полосы свинца были прокатаны при комнатной температуре с различной степенью обжатия: 10, 20, 40, 60 %. После прокатки твердость всех листов оказалась практически неизменной. Объясните, почему не наблюдается упрочнения свинца при деформировании в указанных условиях. Какими процессами сопровождается деформирование свинца при комнатной температуре?

В а р и а н т 9

1. Что такое твердый раствор? Укажите виды твердых растворов. Приведите примеры.

2. Какая термическая обработка применяется после холодной пластической деформации для устранения наклепа? Обоснуйте выбор режима (на примере алюминия) и опишите происходящие превращения.

Задание 2

Вычертите диаграмму состояния системы, соответствующей варианту задания, укажите и охарактеризуйте фазы и структуры во всех областях диаграммы (см. приложение).

Постройте кривую охлаждения для сплава указанной концентрации с применением правила фаз и опишите превращения, происходящие при охлаждении. Используя правила концентраций и отрезков, определите состав и количество фаз в сплаве при заданной температуре, лежащей между линиями ликвидус и солидус.

Варианты задания, тип диаграммы состояния и концентрация компонента в сплаве приведены в таблице 1.

Номер варианта определяется суммой двух последних цифр шифра.

Т а б л и ц а 1

№ варианта	Диаграмма состояния системы	Концентрация компонента в сплаве	Температура, °С
1	2	3	4
0	Cd – Zn	50% Zn	300
1	Pb – Mg	10% Mg	250
2	Cu – Ag	10% Ag	800
3	Pb – Sb	90% Sb	600
4	Sb – Ge	40% Sb	700
5	Mg – Ca	60% Ca	500
6	Al – Ge	90% Al	500

Окончание табл. 1

1	2	3	4
7	Cu – Ni	60% Cu	1200
8	Pb – Sn	70% Pb	250
9	Sn – Zn	20% Sn	300
10	Al – Cu	15% Cu	600
11	Mg – Ge	20% Mg	800
12	Al – Si	30% Al	10000
13	Bi – Sb	70% Bi	400
14	Cu – Ag	10% Cu	800
15	Mg – Ca	60% Mg	600
16	Pb – Sb	30% Pb	300
17	Pb – Sn	80% Sn	200
18	Pb – Mg	20% Pb	600

Задание 3

Вычертите диаграмму состояния Fe – Fe₃C (рис. 1), укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы и дайте их определение, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0 °С (с применением правила фаз) для сплава заданной концентрации. Укажите структуру данного сплава при комнатной температуре и его название.

Используя правила концентраций и отрезков, для того же сплава определите при заданной температуре процентное содержание углерода в фазах и их количество.

Варианты задания и исходные данные представлены в табл. 2.

Номер варианта определяется суммой двух последних цифр шифра.

Таблица 2

№ вари- анта	Концентрация углерода в сплаве, %	Темпе- ратура, °С	№ вари- анта	Концентрация углерода в сплаве, %	Темпе- ратура, °С
1	2	3	4	5	6
0	1,0	1400	10	2,8	1250
1	1,6	1350	11	3,5	1200
2	1,2	1450	12	0,7	1450
3	1,7	1250	13	5,3	1250
4	1,1	1400	14	5,4	1350

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
5	1,8	1300	15	5,8	1250
6	2,3	1250	16	0,6	1450
7	2,5	1150	17	6,0	1150
8	0,9	1400	18	0,6	1450
9	0,5	1450			

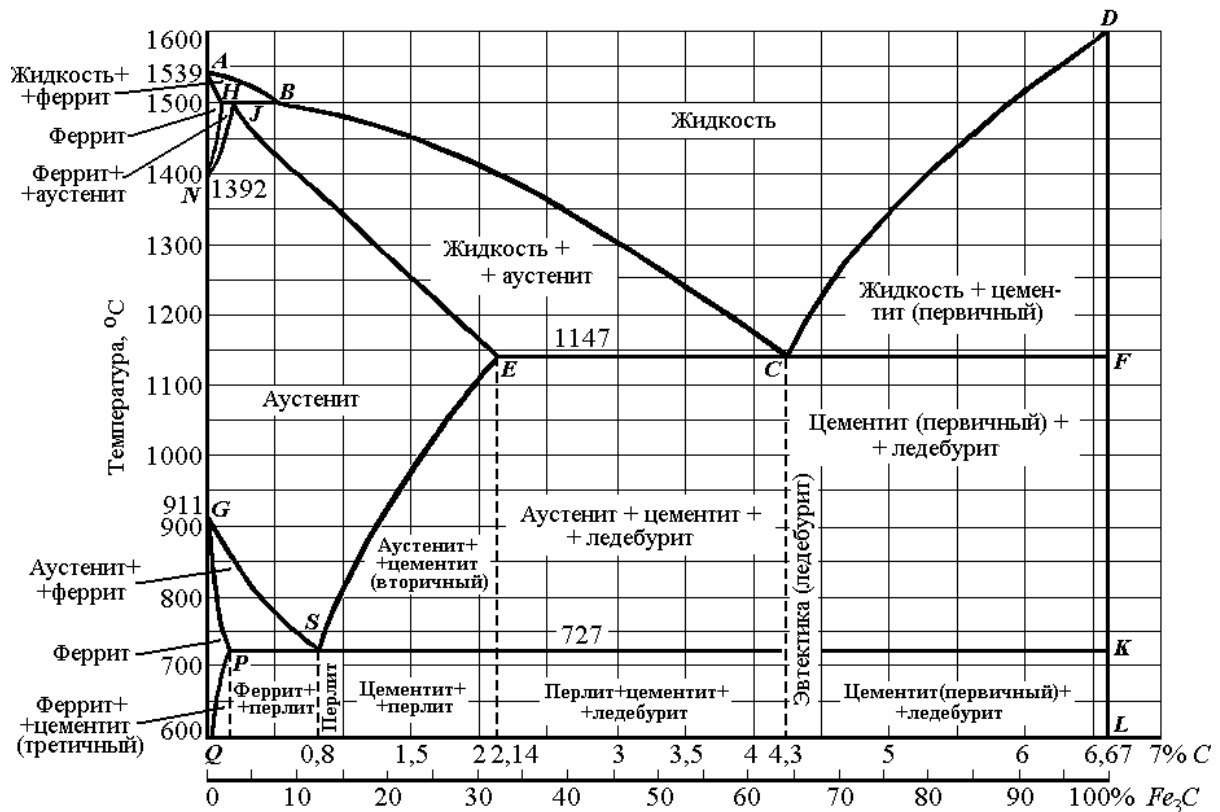


Рис. 1. Диаграмма состояния сплавов железо – углерод (цементит)

Задание 4

Ответить на поставленные вопросы и дать определение или краткое описание заданных видов термической и химико-термической обработки стали.

Номер варианта определяется по последней цифре шифра.

В а р и а н т 0

1. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обра-

ботки, обеспечивающей получение твердости HB 450. Опишите сущность происходящих превращений и укажите получаемую структуру.

2. После закалки углеродистой стали, со скоростью охлаждения выше критической, была получена структура, состоящая из феррита и мартенсита. Проведите на диаграмме состояния железо – карбид железа ординату, соответствующую примерному составу заданной стали, укажите принятую в данном случае температуру нагрева под закалку и опишите превращения, которые совершились в стали при нагреве и охлаждении. Как называется такой вид закалки?

В а р и а н т 1

1. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости HRC 45-50. Опишите сущность происходящих превращений и укажите получаемую структуру.

2. Как изменяются структура и свойства стали 40 и У12 в результате закалки от температуры 750 и 850 °С? Объясните с применением диаграммы состояния железо – цементит. Выберите оптимальный режим нагрева под закалку для каждой стали.

В а р и а н т 2

1. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима непрерывного охлаждения, обеспечивающего получение твердости HB 500. Опишите структурные превращения, происходящие при охлаждении, и укажите получаемую структуру.

2. Используя диаграмму состояния железо – цементит, определите температуру полного, неполного отжига и нормализации для стали 10. Дайте характеристику указанным режимам термической обработки и опишите получаемую структуру и свойства стали.

В а р и а н т 3

1. После закалки углеродистой стали была получена структура, состоящая из мартенсита и цементита. Ориентировочно нанесите на диаграмму состояния железо – цементит ординату обрабатываемой стали, укажите температуру ее нагрева под закалку. Опишите структурные превращения, происходящие при нагреве и охлаждении стали.

2. Сталь 45 подвергали отжигу при температурах 830 и 1000 °С. Опишите превращения, происходящие при данных режимах отжига, укажите, какие образуются структуры, и объясните причины полу-

чения различных структур и свойств. Рекомендуйте оптимальную температуру нагрева.

В а р и а н т 4

1. При непрерывном охлаждении стали У8 получена структура, состоящая из троостита и мартенсита. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите интервалы температур превращений и опишите характер превращения в каждом из них.

2. Инструменты из стали У11А закалены: первый – от температуры 760 °С, второй – от температуры 850 °С. Используя диаграмму состояния железо – цементит, укажите температуры закалки; объясните, какой из инструментов закален правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.

В а р и а н т 5

1. С помощью диаграммы состояния железо – цементит установите температуру полной и неполной закалки для стали 45 и опишите структуру и свойства стали после каждого вида термической обработки.

2. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей твердость 20-25 HRC. Укажите, как этот режим называется, и опишите получаемую структуру.

В а р и а н т 6

1. Углеродистые стали 35 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска и твердость: первая – 45 HRC, вторая – 60 HRC. Используя диаграмму состояния железо – карбид железа и учитывая превращения, происходящие при отпуске, укажите температуру закалки и температуру отпуска для каждой стали. Опишите структурные превращения, происходящие в процессе закалки и отпуска, объясните, почему сталь У8 имеет бóльшую твердость, чем сталь 35.

2. Укажите температуры, при которых осуществляется процесс прочностного азотирования. Объясните, почему азотирование не производится при температурах ниже 500 и выше 700 °С (используя диаграмму состояния железо – азот). Назовите марки сталей, применяемых для азотирования. Опишите полный цикл их термической и химико-термической обработки.

В а р и а н т 7

1. С помощью диаграммы состояния железо – цементит опишите структурные превращения, происходящие при нагреве доэвтектоидной стали. Покажите критические точки A_1 и A_3 для выбранной стали. Укажите режим нагрева данной стали под закалку. Охарактеризуйте процесс закали, опишите получаемую структуру и свойства стали.

2. Детали машин из стали 40 закалены: одни – от температуры 760 °С, другие – от температуры 830 °С. Нанесите на диаграмму состояния железо – цементит выбранные температуры нагрева и объясните, какие из деталей имеют более высокую твердость, лучшие эксплуатационные свойства и почему.

В а р и а н т 8

1. Используя диаграмму состояния железо – цементит и график зависимости твердости от температуры отпуска, назначьте режим термической обработки – температуру закали, охлаждающую среду и температуру отпуска – различных приспособлений из стали 45, которые должны иметь твердость 28-30 HRC. Опишите структурные превращения, происходящие на всех этапах термической обработки, и получаемую структуру.

2. Назначьте режим термической обработки углеродистой конструкционной стали, используемый для снижения уровня внутренних напряжений, твердости и улучшения обрабатываемости резанием. Приведите конкретный пример.

В а р и а н т 9

1. Используя диаграмму состояния железо – цементит, опишите структурные превращения, происходящие при нагреве стали У11. Укажите критические точки и назначьте температуру нагрева стали под закалку и нормализацию. Дайте характеристику указанным видам термической обработки, опишите получаемую структуру и свойства.

2. Изделия из стали 40 требуется подвергнуть улучшению. Назначьте режим термической обработки, опишите происходящие превращения, структуру и свойства стали.

ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 2

Задание 1

Деталь изготовлена из определенной марки стали. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах обработки стали. Опишите микроструктуру и свойства стали после термической или химико-термической обработки. Исходные данные приведены в табл. 3.

Номер варианта определяется суммой двух последних цифр шифра.

Т а б л и ц а 3

№ вари- анта	Наименование детали	Марка стали	Твердость после термообработки
1	2	3	4
0	Копир	38ХМФА	HV 7500-10000 МПа
1	Поршневой палец	20Х2Н4А	HRC 58-62 (поверхность) HB 290-350 (сердцевина)
2	Пружина	60С2ХФА	HB 360-400
3	Распределитель- ный вал	20ХГНР	HRC 56-62 (поверхность) HB 360-420 (сердцевина)
4	Полуось	30ХГР	HB 350-410
5	Карбюраторная игла	40Х13	HRC 56-60
6	Вал турбоком- прессора	35ХМ	HB 230-260
7	Кольцо подшипника	ШХ15СГ	HRC 61-62
8	Шатун двигателя	20ХН4ФА	HB 260-280
9	Крестовина кардана	20ХГНТР	HRC 56-62 (поверхность) HB 250-290 (сердцевина)
10	Шары дробиль- ных мельниц	110Г13Л	HB 180-200
11	Коленчатый вал	40ХНМА	HRC 56-58 (поверхность) HB 210-250 (сердцевина)
12	Червяк руля	12ХНЗ	HRC 58-63 (поверхность) HB 300-340 (сердцевина)
13	Болт шатуна	38ХНЗВА	HB 350-420

Окончание табл. 3

1	2	3	4
14	Рессора	50ХГФА	HRC 42-48
15	Звездочка цепной передачи	20Х	HRC 54-62 (поверхность) HB 150-170 (сердцевина)
16	Ролик подшипника	12Х2Н4А	HRC 56-62(поверхность) HB 300-380 (сердцевина)
17	Клапан двигателя	40Х10С2М	HB 180-250
18	Пружина	60С2ХФА	HB 420-470

Задание 2

Расшифруйте и опишите материалы по заданным маркам (обозначениям): определите к какой группе по назначению относится заданный материал; для стали определите группу по качеству; для цветных сплавов по марке определите его технологичность; укажите возможные области применения материала.

Номер варианта определяется по предпоследней цифре шифра.

В а р и а н т 0

1. Расшифруйте марочный состав сталей: Ст0; 08кп; А12; 10ХСНД; ШХ4; У7; 9ХВГ; Р18. Укажите, какие из приведенных сталей относятся к низколегированным.

2. Расшифруйте марки чугунов и укажите форму частиц графита: СЧ15; ВЧ35; КЧ30-6.

3. Расшифруйте марочный состав цветных сплавов АМц; АК7; Д1; Л96; ЛО90-1; БрОФ6,5-0,4; БрО17Ц4С4; Б88. Какая из указанных латуней имеет название «морская латунь», «томпак»? Опишите влияние цинка на свойства латуней.

В а р и а н т 1

1. Расшифруйте марочный состав сталей: Ст1кп; 10; А20; 15ХСНД; ШХ6; У8; 7ХГ2ВМФ; Р9К5. Какое влияние оказывает хром на свойства стали?

2. Расшифруйте марки чугунов и укажите форму частиц графита: СЧ25; ВЧ40; КЧ33-8.

3. Расшифруйте марочный состав цветных сплавов АМг0,5; АК9; Д6; Л90; ЛЦ14КЗС3; БрОФ6,5-0,15; БрО8Н4Ц2. Укажите области применения указанных марок. Опишите влияние олова на свойства бронз.

В а р и а н т 2

1. Расшифруйте марочный состав сталей: Ст1пс; 15; А30; 18ХГТ; ШХ9; У9; 5Х2МНФ; Р6М5.

2. Расшифруйте марки чугунов и укажите форму частиц графита: СЧ30; ВЧ45; КЧ35-10.

3. Расшифруйте марочный состав цветных сплавов АМг1; АК12; Д16; Л85; ЛЦ23А6Ж3Мц2; БрОФ7-0,2; БрО6Ц6С3. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к антифрикционным материалам.

В а р и а н т 3

1. Расшифруйте марочный состав сталей: Ст1сп; 20; А40Г; 20ХГР; ШХ10; У10; 4Х3ВМФ; Р6М3. Укажите области их применения.

2. Расшифруйте марки чугунов и укажите форму частиц графита: СЧ35; ВЧ50; КЧ37-12.

3. Расшифруйте марочный состав цветных сплавов АМг1,5; АК5М2; Д18; Л80; ЛЦ30А3; БрОФ8-0,3; БрО8Ц4. Опишите природу упрочнения при старении дюралюминия.

В а р и а н т 4

1. Расшифруйте марочный состав сталей: Ст2кп; 25; А12; 25ХГТ; ШХ8; У11; ХВСГФ; Р6М5К5. Какие из этих сталей относятся к низкоуглеродистым?

2. Расшифруйте марки чугунов и укажите форму частиц графита: СЧ15; ВЧ60; КЧ45-7. Укажите область применения чугуна в автомобилестроении.

3. Расшифруйте марочный состав цветных сплавов АМг2; АК7М2; Д19; Л75; ЛЦ40АЖ; БрОФ4-0,25; БрО3,5Ц7С5.

В а р и а н т 5

1. Расшифруйте марочный состав сталей: Ст2пс; 30; А20; 25ХГМ; ШХ15; У12; 9Х5ВФ; Р18Ф2. Какие из перечисленных сталей являются высокоуглеродистыми? Какие относятся к высоколегированным?

2. Расшифруйте марки чугунов и укажите форму частиц графита: СЧ25; ВЧ80; КЧ60-3.

3. Расшифруйте марочный состав цветных сплавов АМг2,5; АК7Ц9; Д1; Л90; ЛО70-1; БрОЦ4-3; БрО5Ц5С5. Какая из указанных латуней имеет название «томпак»? Опишите влияние цинка на свойства латуней.

В а р и а н т 6

1. Расшифруйте марочный состав сталей: Ст2сп; 35; А30; 30ХГТ; ШХ4; У13; 9Г2Ф; Р18Ф2К8М.
2. Расшифруйте марки чугунов и укажите форму частиц графита: СЧ30; ВЧ100; КЧ80-1,5.
3. Расшифруйте марочный состав цветных сплавов АМг3; АК7; Д6; Л68; ЛЦ35Н2ЖА; БрОЦС4-4-2,5; БрО4Ц4С17.

В а р и а н т 7

1. Расшифруйте марочный состав сталей: Ст3кп; 40; А40Г; 12ХН3А; ШХ15СГ; У7А; 9Г2Ф; Р9К5.
2. Расшифруйте марки чугунов и укажите форму частиц графита: СЧ35; ВЧ35; КЧ30-6.
3. Расшифруйте марочный состав цветных сплавов АМг3,5; АК9; Д16; Л66; ЛЦ40С; БрОЦС4-4-4; БрО16С5. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к антифрикционным материалам.

В а р и а н т 8

1. Расшифруйте марочный состав сталей: Ст3пс; 45; А12; 12Х2Н4А; ШХ4; У8А; Х6ВФ; Р10К5Ф5.
2. Расшифруйте марки чугунов и укажите форму частиц графита: СЧ15; ВЧ40; КЧ33-8.
3. Расшифруйте марочный состав цветных сплавов АМг4; АК12; Д18; Л63; ЛЦ36Мц2О2С2; БрОС10-15; БрС30. Опишите, каким способом производится упрочнение сплава АМг, и объясните природу упрочнения.

В а р и а н т 9

1. Расшифруйте марочный состав сталей: Ст3сп; 50; А20; 15ХГН2ТА; ШХ6; У9А; 9ХС; Р6М5Ф3.
2. Расшифруйте марки чугунов и укажите форму частиц графита: СЧ25; ВЧ45; КЧ35-10.
3. Расшифруйте марочный состав цветных сплавов АМг4,5; АК5М2; Д19; Л60; Ц40Мц1,5; БрАЖ9-4; БрО3Ц12С5.

Задание 3

Ответить на поставленные вопросы, дать определение или краткое описание следующих понятий.

Номер варианта определяется по последней цифре шифра.

В а р и а н т 0

1. Для нагревательных элементов сопротивления выбран сплав фехраль. Расшифруйте состав и укажите, какие требования предъявляются к сплавам данного типа. Укажите температурные границы применения этого сплава.

2. Дайте классификацию, опишите состав, физико-механические свойства и область применения резины в машиностроении.

В а р и а н т 1

1. Для изготовления постоянного магнита выбран сплав EX9K15. Расшифруйте состав и укажите, к какой группе по назначению относится данный сплав. Назначьте режим термической обработки и опишите структуру и свойства после обработки.

2. Опишите строение и состав неорганического стекла. Дайте классификацию стекол.

В а р и а н т 2

1. Что такое пермаллой? Опишите его назначение, состав, приведите в пример марки.

2. Опишите пенопласты, их разновидности и свойства. Укажите области применения пенопластов в автомобилестроении.

В а р и а н т 3

1. Что такое нихром? Опишите его назначение, состав, приведите в пример марки.

2. Опишите строение, особенности и область применения композиционных материалов с металлической матрицей.

В а р и а н т 4

1. Для изготовления вакуумной аппаратуры и достижения плотных контактов между металлом и стеклом используется сплав платинит Н48. Расшифруйте состав и определите группу сплава по назначению. Опишите влияние легирующих элементов на основную характеристику сплава и причины выбора данного состава сплава.

2. Дайте характеристику текстолитам. Укажите влияние хлопчатобумажной, стеклянной и асбестовой тканей на свойства пластмасс и область применения текстолита в машиностроении.

В а р и а н т 5

1. Для изготовления резисторов и электроизмерительных приборов высоких классов точности применяют сплав МНМц 3-12. Расшифруйте состав и укажите требования, предъявляемые к сплавам данного типа.

2. Укажите свойства стеклопластиков и приведите примеры их использования.

В а р и а н т 6

1. Объясните принцип маркировки электротехнической стали. Укажите ее состав, свойства и область применения. Уточните основное назначение кремния в стали.

2. Опишите способы переработки пластмасс в изделия в зависимости от вида наполнителя и природы связующего.

В а р и а н т 7

1. Что представляют собой сплавы А5Е и А7Е? Укажите их состав, свойства и назначение.

2. Опишите металлокерамические антифрикционные сплавы на железной и медной основе. Укажите их состав, свойства и область применения. Поясните сущность получения деталей методом порошковой металлургии, достоинства и недостатки метода.

В а р и а н т 8

1. Для некоторых приборов точной механики выбран сплав инвар Н36. Укажите состав и определите, к какой группе сплавов относится инвар по назначению. Опишите причины выбора данного состава.

2. Опишите термо- и реактопласты, укажите их различия по структуре и свойствам. Перечислите методы переработки пластмасс и принципиальное различие при переработке термо- и реактопластов.

В а р и а н т 9

1. Какие материалы называют мягкой и твердой медью? Укажите их назначение, свойства и условное обозначение.

2. Опишите строение, особенности и область применения композиционных материалов с полимерной матрицей.

ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 3

Задание 1

Дать краткое описание или определение следующих понятий и ответить на поставленные вопросы.

Номер варианта определяется по предпоследней цифре шифра.

В а р и а н т 0

1. Приведите схему профиля доменной печи и опишите принцип ее работы. Изложите основные физико-химические процессы, происходящие в доменной печи, и укажите назначение основного продукта доменной плавки.

2. Изложите сущность изготовления отливок в песчано-глинистые формы. Опишите модельно-опочную оснастку и инструмент, применяемый для ручного изготовления форм. Перечислите технологические требования к конструкции литых деталей.

3. Опишите виды продукции прокатного производства. Приведите схемы профилей сортового проката, а также схемы инструментов, используемых при прокатке. Опишите оборудование, применяемое в прокатном производстве.

В а р и а н т 1

1. Изложите сущность процесса передела чугуна в сталь. Приведите основные химические реакции, характеризующие процесс передела. Перечислите современные плавильные печи и агрегаты, в которых получают сталь.

2. Опишите способ изготовления отливок литьем под давлением. Приведите схему одной из машин для литья под давлением, сделайте к ней необходимые пояснения и укажите область применения этого способа изготовления отливок.

3. Изложите сущность процесса прессования и укажите области его применения. Опишите оборудование, используемое при прессовании. Изобразите схемы прямого и обратного прессования, а также прессования труб.

В а р и а н т 2

1. Опишите основные исходные материалы для получения чугуна в доменной печи. Укажите требования к ним и способы их подготовки к доменной плавке.

2. Изложите способ литья деталей в металлические формы (кокильное литье). Приведите эскиз кокиля с вертикальной плоскостью

разъема. Укажите преимущества и недостатки этого метода литья. Приведите пример применения литья в металлические формы для изготовления деталей автомобилей.

3. Приведите схему многоручьевого штампа и опишите технологию получения поковок в таких штампах. Укажите преимущества объемной штамповки перед свободной ковкой.

В а р и а н т 3

1. Опишите способы внепечной обработки стали, используемые для повышения ее качества. Отметьте факторы, способствующие улучшению качества стали, в каждом способе.

2. Изложите технологический процесс изготовления фасонных отливок в оболочковых формах. Укажите технико-экономические преимущества литья в оболочковые формы и приведите примеры его применения.

3. Изложите кратко устройство прокатного стана. Приведите классификацию прокатных станов по устройству, назначению и взаимному расположению рабочих клеток.

В а р и а н т 4

1. Приведите схему кислородного конвертера и изложите принцип его работы. Опишите особенности процесса плавки стали, укажите достоинства и недостатки выплавки стали в конвертерах.

2. Изложите технологический процесс литья деталей по выплавляемым моделям. Опишите технико-экономические преимущества и недостатки этого метода и укажите область его применения.

3. Укажите температуру начала и конца горячей обработки давлением для углеродистых сталей, содержащих 0,4 и 1,2 % углерода. Дайте обоснование выбранному температурному интервалу.

В а р и а н т 5

1. Опишите процесс получения стали в основной мартеновской печи рудным способом. Укажите химические реакции процесса и качество получаемой стали.

2. Приведите схемы машин для центробежного литья с вертикальной и горизонтальной осями вращения. Опишите принцип работы машин для центробежного литья и область его применения.

3. Назовите преимущества и недостатки штамповки в открытых и закрытых штампах. Приведите эскизы этих штампов и дайте соответствующие пояснения к ним.

В а р и а н т 6

1. Опишите процесс получения стали в дуговой электрической печи. Изобразите схему печи и укажите достоинства этого способа плавки.

2. Перечислите литейные сплавы на основе алюминия, укажите их состав и поясните маркировку. Назовите особенности изготовления литейных форм для отливок из алюминиевых сплавов. Приведите примеры применения литых деталей из сплавов на основе алюминия в автомобилестроении.

3. Изложите сущность процесса холодной высадки. Объясните устройство штампов холодновысадочных автоматов, производительность этих автоматов. Приведите примеры изготовления деталей холодной высадкой.

В а р и а н т 7

1. Опишите способ непрерывной разливки стали. Приведите схему процесса разливки. Укажите его достоинства.

2. Перечислите основные виды брака чугунного и стального литья, укажите причины образования брака и меры его предотвращения.

3. Изложите сущность листовой штамповки, перечислите ее основные операции, приведите схемы. Опишите оборудование и инструмент, применяемый для листовой штамповки.

В а р и а н т 8

1. Опишите последовательность технологического процесса производства глинозема и электролитического получения алюминия.

2. Изложите технологию изготовления водопроводных труб из серого чугуна центробежным литьем: сущность процесса и области применения; устройство центробежной машины с горизонтальной осью вращения, последовательность изготовления отливок; эскизы заливки металлом центробежной машины с горизонтальной осью вращения.

3. Опишите технологический процесс производства бесшовных труб. Назовите исходный материал, применяемое оборудование и приведите схему процесса.

В а р и а н т 9

1. Перечислите основные способы получения меди из руд. Опишите пирометаллургический способ.

2. Изобразите схему литниковой системы для стальной отливки и дайте необходимые пояснения к ней. Приведите примеры стального литья для деталей автомобильного машиностроения.

3. Изложите сущность индукционного нагрева и контактного электронагрева кузнечных заготовок. Укажите технико-экономические преимущества этих способов перед нагревом в пламенных печах.

Задание 2

Расшифруйте марку заданного материала. Оцените свариваемость материала. Опишите процессы, происходящие в зоне шва и околошовной зоне. Укажите особенности технологии и техники сварки данного материала. Выберите и обоснуйте метод сварки. Произведите расчет режимов, подготовку кромок шва, выберите оборудование для сварки с указанием основных характеристик. Опишите методы контроля сварного соединения. Перечень вариантов в табл. 4.

Номер варианта определяется суммой двух последних цифр шифра.

Т а б л и ц а 4

№ вари- анта	Вид сварки	Марка стали	Вид соединения и положение шва в пространстве	Толщина сварива- емой детали, мм
0	Дуговая	40	Стыковое, нижний	24
1	Дуговая	12Х18Н10Т	Нахлесточное, вертикальный	12
2	Дуговая	ВСт3пс	Тавровое, горизонтальный	10
3	Дуговая	ВСт3кп	Угловое, нижний	22
4	Дуговая	09Г2	Стыковое, потолочный	18
5	Дуговая	14Г2	Стыковое, нижний	4
6	Дуговая	20	Стыковое, горизонтальный	14
7	Дуговая	15ГФ	Угловое, горизонтальный	15
8	Дуговая	18ХГТ	Нахлесточное, потолочный	11
9	Дуговая	10Г2	Тавровое, нижний	17
10	Дуговая	08пс	Стыковое потолочный	12
11	Дуговая	15ХСНД	Нахлесточное, горизонтальный	8
12	Газовая	15ХА	Стыковое, нижний	4
13	Газовая	Ст4кп	Угловое, горизонтальный	9
14	Газовая	30	Угловое, нижний	9
15	Газовая	ВСт1пс	Стыковое, горизонтальный	10
16	Газовая	10ХСНД	Стыковое, нижний	10
17	Газовая	20Х	Нахлесточное, нижний	2
18	Газовая	09Г2С	Нахлесточное, горизонтальный	10

Задание 3

Номер варианта определяется по последней цифре шифра.

Задача 1. Определите скорость, мощность резания, основное и штучное время при токарной обработке за один рабочий ход вала из конструкционной стали (σ_b) диаметром d и длиной l . Условия обработки: глубина резания t , подача s .

Обработка производится резцом с пластиной твердого сплава (быстрорежущей стали), с главным углом в плане ϕ и стойкостью T (мин). Приведите схему обработки с обозначением на ней всех элементов режима резания.

Вариант 0. $\sigma_b = 850$ МПа, $d = 50$ мм, $l = 300$ мм, $t = 2,5$ мм, $s = 0,23$ мм/об, $\phi = 30^\circ$, $T = 40$ мин. Резец с пластиной твердого сплава Т14К8. Станок 1К62.

Вариант 1. $\sigma_b = 600$ МПа, $d = 60$ мм, $l = 400$ мм, $t = 3,2$ мм, $s = 0,3$ мм/об, $\phi = 45^\circ$, $T = 45$ мин. Резец с пластиной твердого сплава Т5К10. Станок 1В62Г.

Вариант 2. $\sigma_b = 750$ МПа, $d = 100$ мм, $l = 450$ мм, $t = 2,1$ мм, $s = 0,4$ мм/об, $\phi = 60^\circ$, $T = 60$ мин. Резец с пластиной твердого сплава Т30К4. Станок 1А62.

Вариант 3. $\sigma_b = 700$ МПа, $d = 80$ мм, $l = 450$ мм, $t = 2,5$ мм, $s = 0,25$ мм/об, $\phi = 30^\circ$, $T = 45$ мин. Резец с пластиной из быстрорежущей стали. Станок 1В62Г.

Вариант 4. $\sigma_b = 600$ МПа, $d = 45$ мм, $l = 250$ мм, $t = 3,5$ мм, $s = 0,25$ мм/об, $\phi = 45^\circ$, $T = 60$ мин. Резец с пластиной из быстрорежущей стали. Станок 16К20.

Задача 2. Определите скорость, мощность резания, основное и штучное время при токарной обработке за один рабочий ход вала из серого чугуна твердостью НВ диаметром d и длиной l . Условия обработки: глубина резания t , подача s .

Обработка производится резцом с пластиной твердого сплава, с главным углом в плане ϕ и стойкостью T . Приведите схему обработки с обозначением на ней всех элементов режима резания.

Вариант 5. НВ = 170, $d = 50$ мм, $l = 300$ мм, $t = 2$ мм, $s = 0,23$ мм/об, $\phi = 60^\circ$, $T = 30$ мин. Резец с пластиной твердого сплава ВК4. Станок 1А62.

Вариант 6. НВ = 180, $d = 60$ мм, $l = 350$ мм, $t = 3,5$ мм, $s = 0,33$ мм/об, $\phi = 45^\circ$, $T = 40$ мин. Резец с пластиной твердого сплава ВК8. Станок 1А62Б.

В а р и а н т 7. $HВ = 190$, $d = 70$ мм, $l = 400$ мм, $t = 2,5$ мм, $s = 0,4$ мм/об, $\varphi = 30^\circ$, $T = 45$ мин. Резец с пластинкой твердого сплава ВК6. Станок 1А62Г.

В а р и а н т 8. $HВ = 200$, $d = 80$ мм, $l = 500$ мм, $t = 2,8$ мм, $s = 0,25$ мм/об, $\varphi = 60^\circ$, $T = 55$ мин. Резец с пластинкой твердого сплава ВК4. Станок 16К20.

В а р и а н т 9. $HВ = 210$, $d = 85$ мм, $l = 250$ мм, $t = 3,2$ мм, $s = 0,34$ мм/об, $\varphi = 45^\circ$, $T = 60$ мин. Резец с пластинкой твердого сплава ВК8. Станок 1К62.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология конструкционных материалов: учебник / О.С. Комаров [и др.]; под общ. ред. О.С. Комарова. – 2-е изд., испр. – Минск: Новое знание, 2007. – 567 с.
2. Материаловедение и технология металлов: учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. – М.: Оникс, 2007. – 624 с.
3. Материаловедение: курс лекций / И.Н. Петровнина. – Пенза: ПГУАС, 2005.
4. Материаловедение на автомобильном транспорте / П.А. Колесник, В.С. Капица. – М.: Издат/ центр «Академия», 2005.
5. Материаловедение и технология конструкционных материалов / С.Н. Колесов. – М.: ВШ, 2004.
6. Ржевская, С.В. Материаловедение / С.В. Ржевская. – М.: Логос, 2004.
7. Черепяхин, А.А. Технология обработки материалов / А.А. Черепяхин. – М.: Издат. центр «Академия», 2004.
8. Черепяхин, А.А. Материаловедение / А.А. Черепяхин. – М.: Издат. центр «Академия», 2004.
9. Материаловедение / А.М. Адаскин, В.М. Зуев. – М.: Издат. центр «Академия», 2002.
10. Материаловедение / под ред. Б.Н. Арзамасова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001.
11. Петровнина, И.Н. Металловедение и сварка: контрольные задания и методические указания для студентов заочной формы обучения / И.Н. Петровнина, И.И. Романенко. – Пенза: ПГУАС, 2005. 23 с.
12. Материаловедение: лабораторный практикум / И.Н. Петровнина, И.И. Романенко. – Пенза: ПГУАС, 2003. – 80 с.
13. Колокатов, А.М. Технология конструкционных материалов. Задания для контрольных работ и рекомендации по их выполнению / А.М. Колокатов, В.Д. Кренев. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2004. – 31 с.
14. Евсиков, В.В. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Ч. 1. Материаловедение и горячая обработка металлов / В.В. Евсиков [и др.]. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2002. – 40 с.

Приложение

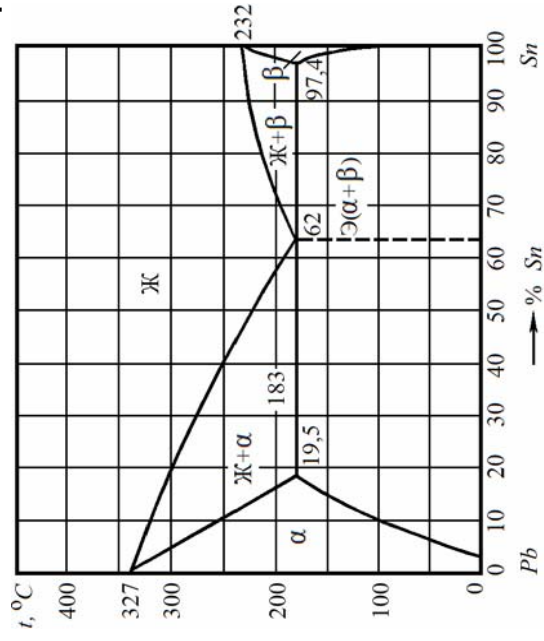


Рис. I. Диаграмма состояния сплавов системы Pb – Sn

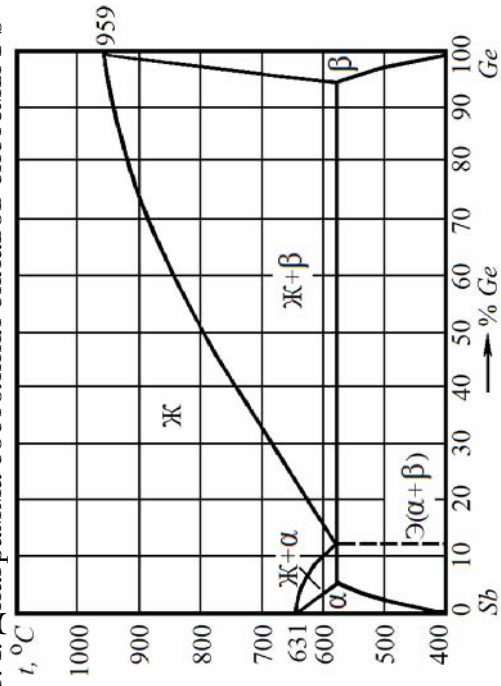


Рис. II. Диаграмма состояния сплавов системы Sb – Ge

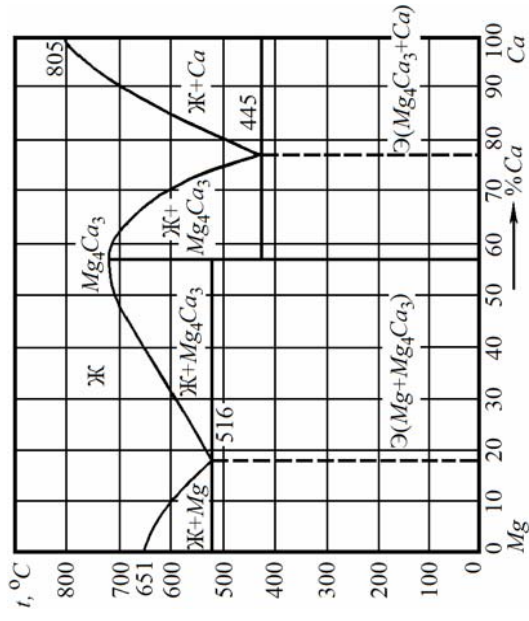


Рис. III. Диаграмма состояния сплавов системы Mg – Ca

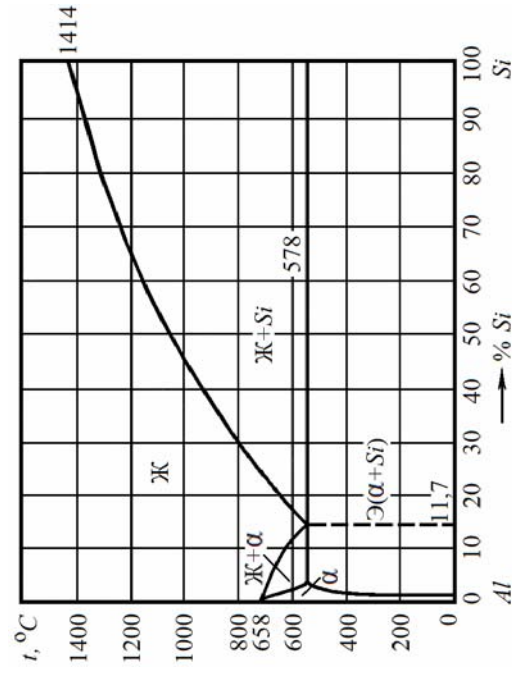


Рис. IV. Диаграмма состояния сплавов системы Al – Si

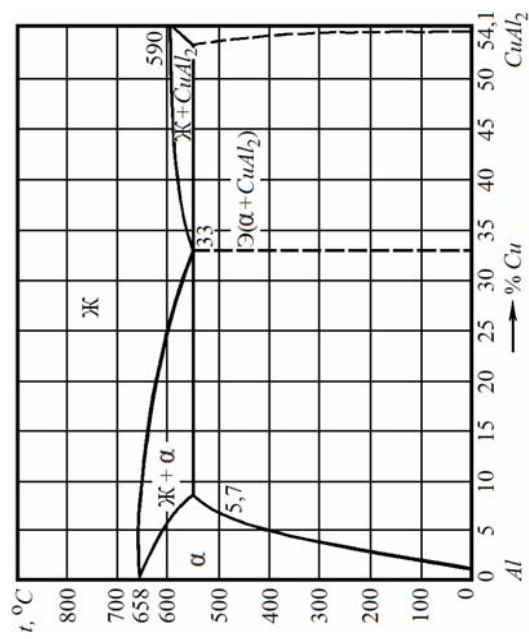


Рис. V. Диаграмма состояния сплавов системы Al – Cu

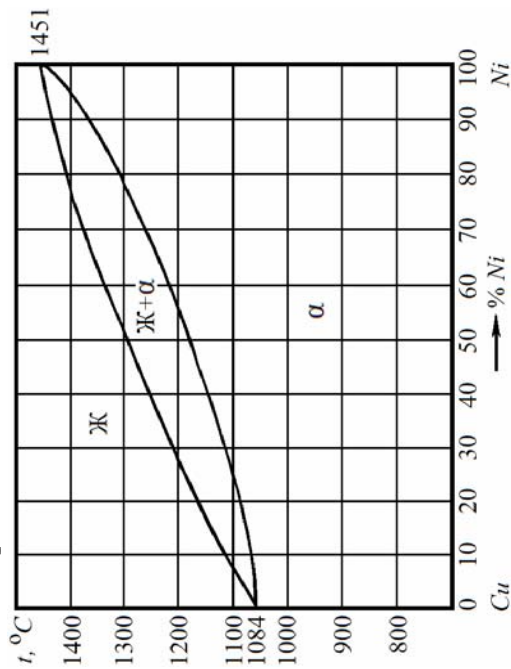


Рис. VI. Диаграмма состояния сплавов системы Cu – Ni

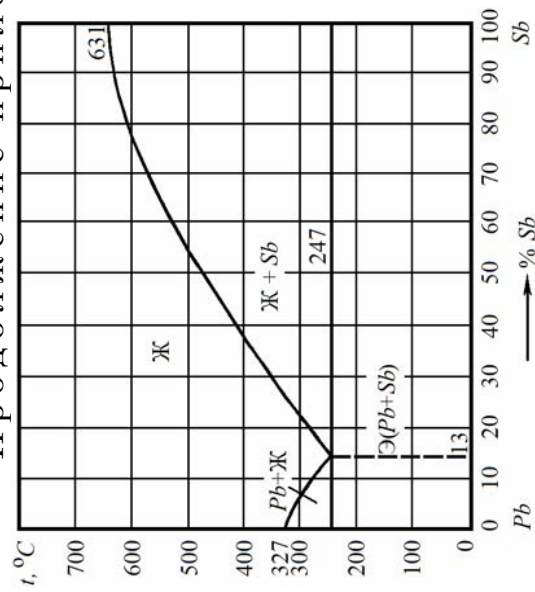


Рис. VII. Диаграмма состояния сплавов системы Pb – Sb

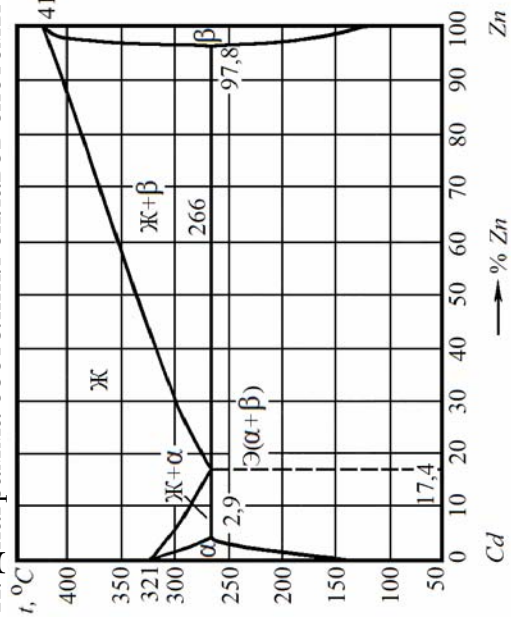


Рис. VIII. Диаграмма состояния сплавов системы Cd – Zn

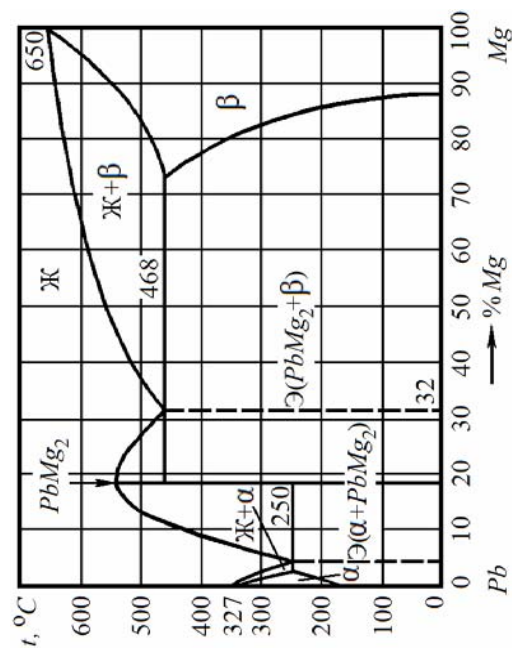


Рис. IX. Диаграмма состояния сплавов системы Pb – Mg

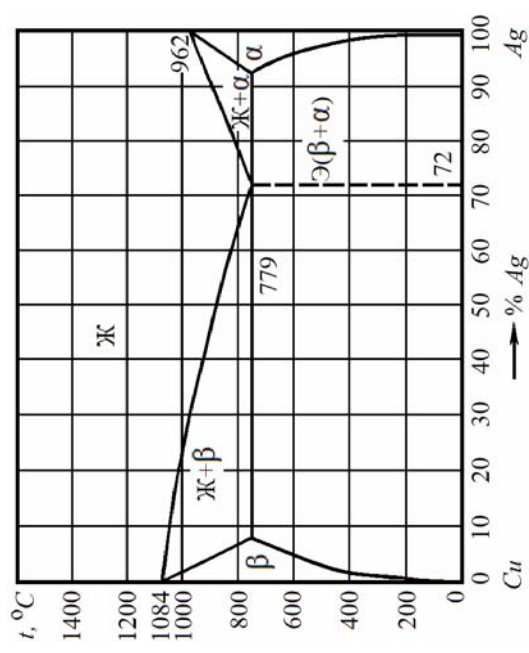


Рис. X. Диаграмма состояния сплавов системы Cu – Ag

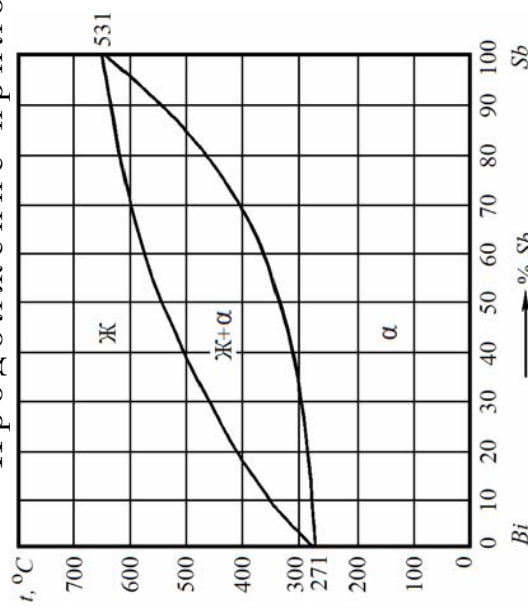


Рис. XI. Диаграмма состояния сплавов системы Bi – Sb

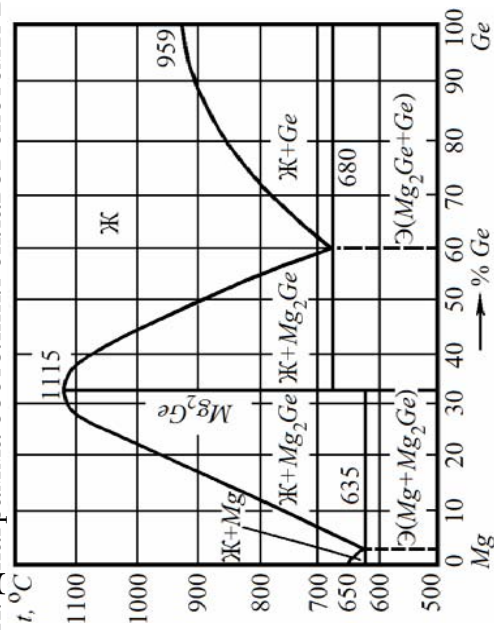


Рис. XII. Диаграмма состояния сплавов системы Mg – Ge

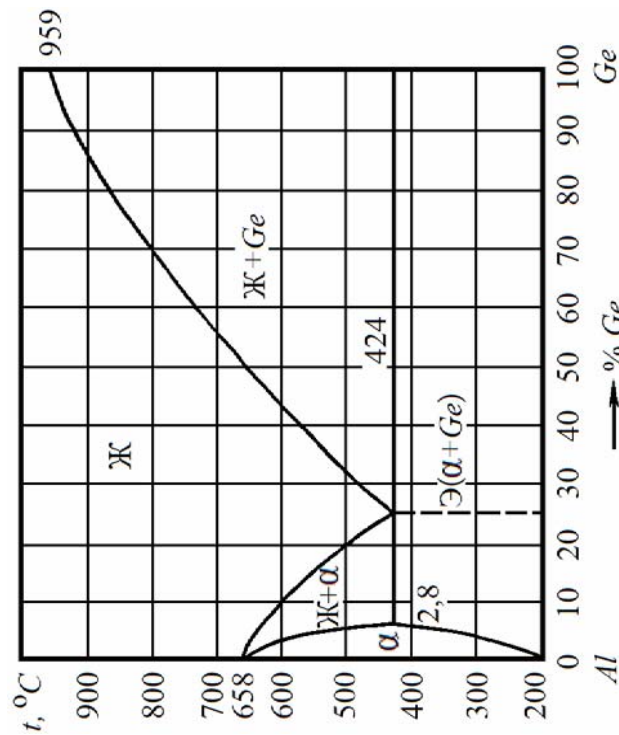


Рис. XIII. Диаграмма состояния сплавов системы Al – Ge

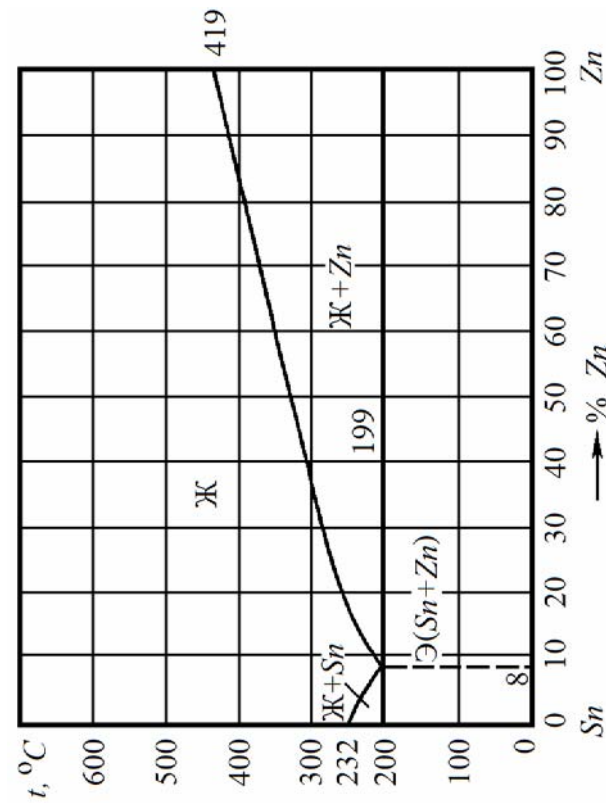


Рис. XIV. Диаграмма состояния сплавов системы Sn – Zn

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	3
2. ПРОГРАММЫ КУРСОВ	5
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ	5
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	17
3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ	23
ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1	23
ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 2	31
ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 3	37
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	43
П р и л о ж е н и е	44

Учебное издание

Петровнина Ирина Николаевна
Романенко Игорь Иванович

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ПРОГРАММА И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСАМ

Учебно-методическое пособие

Р е д а к т о р М.А. Сухова
В е р с т к а Н.В. Кучина

Подписано в печать 11.01.2013. Формат 60х84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 2,79. Уч.-изд.л. 3,0. Тираж 80 экз.
Заказ № 19.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28